COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

IMPRIMERIE DE BACHELIER,
rue du Jardinet, 12.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS

CONFORMÉMENT A UNE DECISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATORZIÈME.

JANVIER—JUIN 1842.



PARIS,

BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

QUAI DES AUGUSTINS, N° 55.

1842

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

RENOUVELLEMENT ANNUEL DU BUREAU.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1842.

Le nombre des votants est de 42; majorité absolue 22.

Au premier tour de scrutin,

M. Dumas obtient..... 32 suffrages,
M. Beudant 6
M. Gaudichaud 1
M. Magendie......... 1
M. Duméril.......... 1
M. de Gasparin....... 1

M. **Dumas**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé vice-président pour l'année 1842.

M. **Poncelet**, vice-président pendant l'année 1841, passe aux fonctions de Président.

Conformément au réglement, M. Serres, avant de quitter le fauteuil de Président, rend compte de ce qui s'est fait pendant l'année 1841 relativement à l'impression des *Mémoires de l'Académie* et des *Mémoires des Savants étrangers*.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL INTÉGRAL. — *Note sur diverses transformations de la fonction principale qui vérifie une équation caractéristique homogène*; par M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les mêmes choses étant posées que dans le *Compte rendu* de la séance du 20 décembre dernier, considérons de nouveau la fonction principale ϖ déterminée par la formule

$$(1)\qquad \varpi = -\frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{\omega^{n-2}\, s\,\Pi(s)}{(\mathrm{F}(u, v, w, \omega))_\omega}\sin p\, dp\, dq,$$

les valeurs de u, v, w, s étant

$$(2)\qquad u = \cos p, \quad v = \sin p\cos q, \quad w = \sin p \sin q;$$

$$(3)\qquad s = ux + vy + wz - \omega t;$$

L'équation (1) pourra s'écrire comme il suit

$$(4)\qquad \varpi = -\frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{(s-\varsigma)^{n-2}\, s\,\Pi(s)}{(\mathrm{F}(ut, vt, wt, s-\varsigma))_s}\, t\, \sin p\, dp\, dq,$$

la valeur de ς étant

$$(5)\qquad \varsigma = ux + vy + wz,$$

et l'on pourra d'ailleurs considérer u, v, w comme représentant les coordonnées rectangulaires d'un point situé à l'unité de distance de l'origine des coordonnées. Concevons maintenant que, cette origine restant la même, on transforme les coordonnées rectangulaires

$$u, \; v, \; w$$

en d'autres coordonnées rectangulaires

$$\mathrm{u}, \ \mathrm{v}, \ \mathrm{w}.$$

Les équations de transformation seront de la forme

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} u &= \alpha \mathrm{u} + \alpha' \mathrm{v} + \alpha'' \mathrm{w}, \\ v &= \beta \mathrm{u} + \beta' \mathrm{v} + \beta'' \mathrm{w}, \\ w &= \gamma \mathrm{u} + \gamma' \mathrm{v} + \gamma'' \mathrm{w}, \end{aligned} \right.$$

les coefficients

$$\alpha, \ \beta, \ \gamma, \quad \alpha', \ \beta', \ \gamma', \quad \alpha'', \ \beta'', \ \gamma''$$

étant propres à vérifier les formules

$$(7) \ \left\{ \begin{aligned} &\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1, \ \alpha'^2 + \beta'^2 + \gamma'^2 = 1, \ \alpha''^2 + \beta''^2 + \gamma''^2 = 1, \\ &\alpha'\alpha'' + \beta'\beta'' + \gamma'\gamma'' = 0, \ \alpha''\alpha + \beta''\beta + \gamma''\gamma = 0, \ \alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma' = 0; \end{aligned} \right.$$

et aussi les suivantes

$$(8) \ \left\{ \begin{aligned} &\alpha^2 + \alpha'^2 + \alpha''^2 = 1, \ \beta^2 + \beta'^2 + \beta''^2 = 1, \ \gamma^2 + \gamma'^2 + \gamma''^2 = 1, \\ &\beta\gamma + \beta'\gamma' + \beta''\gamma'' = 0, \ \gamma\alpha + \gamma'\alpha' + \gamma''\alpha'' = 0, \ \alpha\beta + \alpha'\beta' + \alpha''\beta'' = 0. \end{aligned} \right.$$

De plus, en posant pour abréger

$$(9) \ \alpha x + \beta y + \gamma z = \mathfrak{x}, \ \alpha' x + \beta' y + \gamma' z = \mathfrak{y}, \ \alpha'' x + \beta'' y + \gamma'' z = \mathfrak{z},$$

on tirera de la formule (5)

$$(10) \qquad \varsigma = \mathfrak{x}\mathrm{u} + \mathfrak{y}\mathrm{v} + \mathfrak{z}\mathrm{w}.$$

Enfin, en posant

$$(11) \qquad \mathrm{u} = \cos \mathrm{p}, \quad \mathrm{v} = \sin \mathrm{p} \cos \mathrm{q}, \quad \mathrm{w} = \sin \mathrm{p} \sin \mathrm{q},$$

on pourra, dans la formule (1) ou (4), remplacer le produit

$$\sin p \, dp \, dq \ \text{ par } \ \sin \mathrm{p} \, d\mathrm{p} \, d\mathrm{q},$$

et l'on aura par suite

$$(12) \qquad \varpi = -\frac{\mathrm{D}_t^{2-n}}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \mathcal{E} \frac{(s-\varsigma)^{n-2} \, s \, \Pi(s)}{(\mathrm{F}(ut, vt, wt, s-\varsigma))_s} \, t \sin \mathrm{p} \, d\mathrm{p} \, d\mathrm{q},$$

les valeurs de u, v, w, ς étant déterminées en fonction des angles polaires p, q par les équations (6) et (10) jointes aux formules (11).

» Si, pour plus de simplicité, l'on prend

$$(13)\qquad \frac{1}{\mathfrak{s}} = \frac{(s-\varsigma)^{n-2}}{F(ut, vt, wt, s-\varsigma)},$$

la formule (12) deviendra

$$(14)\qquad \varpi = -\frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{s\Pi(s)}{(\mathfrak{s})_s}\, t \sin \mathrm{p}\, d\mathrm{p}\, d\mathrm{q}.$$

Ajoutons que si l'on nomme

$$u_{\prime},\ v_{\prime},\ w_{\prime},\ \varsigma_{\prime},$$

ce que deviennent

$$u,\ v,\ w,\ \varsigma$$

quand on y remplace v par —v et w par — w, on pourra, dans la formule (14), supposer $\mathfrak{s}$ déterminée ou par l'équation (13) ou par la suivante

$$(15)\qquad \frac{1}{\mathfrak{s}} = \frac{1}{2}\left[\frac{(s-\varsigma)^{n-2}}{F(ut, vt, wt, s-\varsigma)} + \frac{(s-\varsigma_{\prime})^{n-2}}{F(u_{\prime}t, v_{\prime}t, w_{\prime}t, s-\varsigma_{\prime})}\right].$$

» Revenons maintenant à la formule (12). On peut l'écrire comme il suit

$$(16)\qquad \varpi = -\Sigma\frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{(s-\varsigma)^{n-2}\, s\,\Pi(s)}{D_s F(ut, vt, wt, s-\varsigma)}\, t \sin \mathrm{p}\, d\mathrm{p}\, d\mathrm{q},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les racines de l'équation

$$(17)\qquad F(ut, vt, wt, s-\varsigma) = 0$$

résolue par rapport à s. Cela posé, concevons que l'on désigne par

$$\alpha,\ 6,\ \gamma,\ \theta,\ \rho$$

les valeurs de

$$u,\ v,\ w,\ \omega_{\prime},\ s$$

fournies par le système des formules

$$(18) \qquad F(u, v, w, \omega) = 0,$$

$$(19) \qquad \frac{x - tD_u\omega}{u} = \frac{y - tD_v\omega}{v} = \frac{z - tD_w\omega}{w} = \varsigma - \omega t,$$

$$(20) \qquad u^2 + v^2 + w^2 = 1,$$

jointes à la condition $ux + vy + wz > 0$. α, $\mathcal{C}$, γ, θ, ρ seront des fonctions déterminées de x, y, z, t. De plus, après avoir remplacé la variable p par la variable s, on pourra dans le second membre de la formule (16) développer, sous le signe $\int$, le coefficient de $s\Pi(s)$ en une série de termes qui aient pour facteurs les puissances ascendantes de $s - \rho$, et alors on obtiendra pour développement de ϖ une série qui ne renfermera plus que des intégrales relatives à s, attendu que les intégrations relatives à la variable q pourront s'effectuer à l'aide de formules tirées du calcul des résidus. C'est ce que j'expliquerai plus en détail dans un nouvel article.

» *P. S.* Si, dans l'équation (1), l'on pose pour abréger

$$(21) \qquad s\Pi(s) = \mathrm{f}(s),$$

elle donnera

$$(22) \qquad D_t^{n-2}\varpi = -\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E} \frac{\omega^{n-2}\,\mathrm{f}(s)}{((F(u, v, w, \omega)))_\omega} \sin p\, dp\, dq.$$

Si d'ailleurs,

$$f(x, y, z, t)$$

désignant une fonction de x, y, z, t, entière, homogène et du degré m, on nomme

$$\Box \quad \text{et} \quad \mathfrak{K}$$

ce que devient cette fonction quand on y remplace les variables

$$x, y, z, t.$$

par

$$D_x,\ D_y,\ D_z,\ D_t$$

ou par

$$u,\ v,\ w,\ -\omega;$$

on tirera de la formule (22)

$$(23)\qquad D_t^{n-2}\,\square\varpi = -\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{\omega^{n-2}\,f^{(m)}(s)}{(F(u,v,w,\omega))_\omega}\,\mathfrak{X}\sin p\,dp\,dq;$$

puis, en supposant que $\square\,\varpi$ ne renferme point de dérivées de ϖ relatives à t, et d'un ordre supérieur à $n-2$, on conclura de l'équation (23)

$$(24)\qquad \square\varpi = -\frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{\omega^{n-2}\,f^{(m)}(s)}{(F(u,v,w,\omega))_\omega}\,\mathfrak{X}\sin p\,dp\,dq.$$

On pourra d'ailleurs faire subir au second membre de l'équation (23) ou (24) des transformations analogues à celles que nous avons ci-dessus effectuées sur le second membre de l'équation (1). Les formules (23), (24), et celles qui s'en déduisent, fournissent le moyen d'obtenir avec une grande facilité les valeurs des inconnues qui vérifient un système d'équations linéaires aux différences partielles, lorsque l'équation caractéristique correspondante à ce système est une équation homogène dans laquelle les dérivées relatives à t sont d'ordre pair.

» Si l'on prend en particulier $\square = D_t$, la formule (23) donnera

$$(25)\qquad D_t^{n-1}\varpi = \frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\mathcal{E}\frac{\omega^{n-1}\,f'(s)}{(F(u,v,w,\omega))_\omega}\sin p\,dp\,dq.$$

Appliquons cette dernière formule à un exemple très-simple et supposons

$$F(x,y,z,t) = t^2 - \Omega^2\left(\frac{x^2}{a}+\frac{y^2}{b}+\frac{z^2}{c}\right),$$

a, b, c, Ω désignant des quantités positives. L'équation (25) pourra être réduite à

$$(26)\qquad D_t\,\varpi = \frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} f'(s)\sin p\,dp\,dq,$$

les valeurs de s et de ω étant déterminées par l'équation (3) jointe à la formule

$$(27)\qquad \omega = \Omega\left(\frac{u^2}{a}+\frac{v^2}{b}+\frac{w^2}{c}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

D'ailleurs les formules (18), (19), (20), jointes à la condition $\omega > 0$, donneront

$$(28)\quad \left\{ \begin{array}{c} \theta = \Omega\left(\frac{\alpha^2}{a} + \frac{\beta^2}{b} + \frac{\gamma^2}{c}\right)^{\frac{1}{2}}, \\ \frac{x}{\alpha} - \frac{\Omega^2 t}{a\theta} = \frac{y}{\beta} - \frac{\Omega^2 t}{b\theta} = \frac{z}{\gamma} - \frac{\Omega^2 t}{c\theta} = \rho = \mathfrak{x} - \theta t, \\ \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1; \end{array} \right.$$

et, en supposant u, v, w déterminés en fonction des angles polaires p, q par le système des formules (6) et (11), on tirera de l'équation (26)

$$(29)\quad D_t \varpi = \frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} f'(s) \sin p \, dp \, dq.$$

Si, dans cette dernière équation, on remplace la variable p par la variable s, et si l'on développe ensuite le coefficient de $f'(s)$ en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de $s - \rho$; alors, en supposant la valeur de $\Pi(s)$ toujours nulle hors des limites très-resserrées

$$-\varepsilon, \ \varepsilon,$$

on trouvera, au bout d'un temps fini t, et pour un point situé dans l'épaisseur de l'onde propagée,

$$(30)\quad D_t\varpi = A_1\int_{-\varepsilon}^{\rho} f'(s)ds + A_2\int_{-\varepsilon}^{\rho}(s-\rho) f'(s)ds + A_3\int_{-\varepsilon}^{\rho}(s-\rho)^2 f'(s)ds + \ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$(31)\quad D_t\varpi = A_1 f(\rho) - A_2\int_{-\varepsilon}^{\rho} f(s)ds - 2A_3\int_{-\varepsilon}^{\rho}(s-\rho) f(s)ds - \ldots,$$

la valeur de A_n étant donnée par la formule

$$(32)\quad A_n = -\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi} \mathcal{E} \frac{\sin p}{((\varphi^n))_p} dq,$$

dans laquelle on suppose

$$(33)\quad \varphi = (u - 1)\mathfrak{x} + v\mathfrak{y} + w\mathfrak{z} - (\omega - \theta)t,$$

et le signe $\mathcal{E}$ relatif à la seule valeur zéro de la variable p. Sous cette condition, et en vertu des formules que fournit le calcul des résidus, A_n se réduira toujours à une fonction déterminée de x, y, z, t. On trouvera, par exemple,

$$A_1 = \frac{1}{2}\left\{\rho^2 - \frac{\Omega^2 t}{\theta}\rho\left[\frac{1}{a}+\frac{1}{b}+\frac{1}{c}-\frac{\Omega^2}{\theta^2}\left(\frac{\alpha^2}{a^2}+\frac{6^2}{b^2}+\frac{\gamma^2}{c^2}\right)\right]+\frac{\Omega^6 t^2}{abc\theta^4}\right\}^{-\frac{1}{2}}. »$$

CALCUL INTÉGRAL. — *Addition aux Notes insérées dans les* Comptes rendus *des séances précédentes; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Dans la Note que renferme le *Compte rendu* de la séance du 13 décembre dernier, j'ai indiqué les moyens d'obtenir, sous une forme très-simple, la fonction principale qui vérifie une équation caractéristique homogène; et, après avoir considéré en particulier le cas où l'équation donnée est celle qui représente les mouvements infiniment petits d'un système isotrope, j'ai ajouté, dans la séance du 20 décembre, que, pour déduire de la fonction principale les déplacements d'une molécule mesurés parallèlement aux axes, il suffisait de recourir aux formules établies dans les 7e et 8e livraisons des *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*. Quoique cette déduction ne présente aucune difficulté, elle n'est pas sans intérêt, puisqu'elle permet de suivre avec plus de précision les phénomènes représentés par l'analyse. C'est ce qui me porte à exposer ici les détails des calculs que j'avais seulement indiqués.

» Considérons un système isotrope de molécules, et supposons que les déplacements d'une molécule, étant mesurés parallèlement à trois axes rectangulaires, soient représentés, au bout du temps t, par ξ, η, ζ pour la molécule dont les coordonnées primitives étaient x, y, z. Les équations des mouvements infiniment petits du système (voir les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*, tome Ier, page 208) seront de la forme

$$(1) \quad (D_t^2 - E)\xi = F D_x v, \quad (D_t^2 - E)\eta = F D_y v, \quad (D_t^2 - E)\zeta = F D_z v,$$

E, F étant deux fonctions de

$$D_x^2 + D_y^2 + D_z^2,$$

entières mais généralement composées d'un nombre infini de termes, et la

valeur de υ étant

$$(2) \qquad \upsilon = D_x\xi + D_y\eta + D_z\zeta.$$

Posons, pour abréger,

$$\nabla' = D_t^2 - E, \quad \nabla'' = D_t^2 - E - (D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)F$$
$$\nabla = \nabla'\nabla''.$$

Soit d'ailleurs ϖ la fonction principale assujettie, 1° à vérifier, quel que soit t, l'équation caractéristique

$$(3) \qquad \nabla\varpi = 0;$$

2° à vérifier pour $t = 0$ les conditions

$$\varpi = 0, \quad D_t\varpi = 0, \quad D_t^2\varpi = 0, \quad D_t^3\varpi = \varpi(x, y, z).$$

Enfin désignons par

$$(4) \quad \varphi(x, y, z),\ \chi(x, y, z),\ \psi(x, y, z),\ \Phi(x, y, z),\ X(x, y, z),\ \Psi(x, y, z),$$

les valeurs initiales de

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ D_t\xi,\ D_t\eta,\ D_t\zeta;$$

et par

$$\varphi,\ \chi,\ \psi,\ \Phi,\ X,\ \Psi,$$

ce que devient la fonction principale ϖ quand on y remplace successivement la fonction arbitraire

$$\varpi(x, y, z)$$

par chacune des fonctions (4). Les valeurs générales de ξ, η, ζ seront

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} \xi &= \nabla''(\Phi + D_t\varphi) + FD_x\upsilon, \\ \eta &= \nabla''(X + D_t\chi) + FD_y\upsilon, \\ \zeta &= \nabla''(\Psi + D_t\psi) + FD_z\upsilon, \end{aligned} \right.$$

la valeur de υ étant

$$(6)\qquad \upsilon = D_x(\Phi + D_t\varphi) + D_y(X + D_t\chi) + D_z(\Psi + D_t\psi).$$

Dans le cas particulier où les équations des mouvements infiniment petits deviennent homogènes, on a

$$E = \Omega^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2),\quad F = \Omega'^2 - \Omega^2,$$

Ω, Ω' désignant les vitesses de propagation des vibrations transversales et longitudinales; puis on en conclut

$$\nabla' = D_t^2 - \Omega^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2),\quad \nabla'' = D_t^2 - \Omega'^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2);$$

et par suite

$$\nabla = [D_t^2 - \Omega^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\ [D_t^2 - \Omega'^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)].$$

Donc alors la fonction caractéristique se réduit au produit

$$[t^2 - \Omega^2(x^2 + y^2 + z^2)]\ [t^2 - \Omega'^2(x^2 + y^2 + z^2)],$$

comme on le savait déjà. [Voir le *Compte rendu* de la séance du 13 décembre, p. 1093]. Ajoutons que, dans ce cas particulier, et en posant pour abréger

$$(7)\qquad \mu = \frac{\Omega^2}{\Omega^2 - \Omega'^2},\quad \nu = \frac{\Omega'^2}{\Omega'^2 - \Omega^2},$$

$$(8)\qquad \varpi_1 = \nabla''\varpi,\quad \varpi_2 = \nabla'\varpi,$$

on aura, en vertu de la formule (6) de la page 210 des *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique* [tome Ier],

$$(9)\qquad D_t^2\varpi = \mu\varpi_1 + \nu\varpi_2.$$

Observons enfin, que, dans ce même cas, les formules (5) donneront

$$(10)\quad \begin{cases} \xi = [D_t^2 - \Omega'^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\,(\Phi + D_t\varphi) + (\Omega'^2 - \Omega^2)\,D_x\upsilon, \\ \eta = [D_t^2 - \Omega'^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\,(X + D_t\chi) + (\Omega'^2 - \Omega^2)\,D_y\upsilon, \\ \zeta = [D_t^2 - \Omega'^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\,(\Psi + D_t\psi) + (\Omega'^2 - \Omega^2)\,D_z\upsilon, \end{cases}$$

la valeur de υ étant toujours déterminée par l'équation (6).

» Supposons maintenant, pour plus de simplicité, que $\varpi(x, y, z)$ se réduise à une fonction du rayon vecteur

$$r = (x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}};$$

posons en conséquence

$$\varpi(x, y, z) = \Pi(r),$$

et de plus

$$\Pi(-r) = \Pi(r).$$

Alors on aura

$$(11) \quad \begin{cases} D_t \varpi_1 = \dfrac{(r - \Omega t)\, \Pi(r - \Omega t) + (r + \Omega t)\, \Pi(r + \Omega t)}{2r}, \\ D_t \varpi_2 = \dfrac{(r - \Omega' t)\, \Pi(r - \Omega' t) + (r + \Omega' t)\, \Pi(r + \Omega' t)}{2r}, \end{cases}$$

et, en vertu de la formule (9),

$$(12) \quad D_t^3 \varpi = \mu D_t \varpi_1 + \nu D_t \varpi_2.$$

Cette dernière équation coïncide avec l'équation (12) de la page 1093 du tome XIII des *Comptes rendus*. Si d'ailleurs $\Pi(r)$ s'évanouit pour une valeur numérique de r supérieure à ε, alors en supposant

$$(13) \quad r > \varepsilon,$$

on tirera de la formule (12)

$$(14) \quad D_t^3 \varpi = \mu \frac{(r - \Omega t)\, \Pi(r - \Omega t)}{2r} + \nu \frac{(r - \Omega' t)\, \Pi(r - \Omega' t)}{2r},$$

et par suite

$$(15) \quad \begin{cases} \varpi = \dfrac{\mu}{4\Omega^3 r} \displaystyle\int_{r - \Omega t}^{r} (r - s - \Omega t)^2 s \Pi(s)\, ds \\ \quad + \dfrac{\nu}{4\Omega'^3 r} \displaystyle\int_{r - \Omega' t}^{r} (r - s - \Omega' t)^2 s \Pi(s)\, ds, \end{cases}$$

ou, ce qui revient au même, r étant supposé $> \varepsilon$,

$$(16) \quad \begin{cases} \varpi = \dfrac{\mu}{4\Omega^3 r} \displaystyle\int_{r - \Omega t}^{\varepsilon} (r - s - \Omega t)^2 s \Pi(s)\, ds \\ \quad + \dfrac{\nu}{4\Omega'^3 r} \displaystyle\int_{r - \Omega' t}^{\varepsilon} (r - s - \Omega' t)^2 s \Pi(s)\, ds. \end{cases}$$

Alors aussi la propagation du mouvement donnera naissance à deux ondes comprises, au bout du temps t, la première entre les limites

(17) $$r = \Omega t - \varepsilon, \quad r = \Omega t + \varepsilon,$$

la seconde entre les limites

(18) $$r = \Omega' t - \varepsilon, \quad r = \Omega' t + \varepsilon.$$

Enfin, si, pour fixer les idées, on suppose

(19) $$\Omega' > \Omega,$$

c'est-à-dire, si la vitesse de propagation des vibrations longitudinales surpasse la vitesse de propagation des vibrations transversales, comme il arrive dans la théorie de la lumière [voir la 9[e] livraison des *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique,* page 312], les deux ondes seront séparées l'une de l'autre, dès que l'on aura

(20) $$t > \frac{2\varepsilon}{\Omega' - \Omega};$$

et alors on tirera de la formule (16), 1° pour un point situé en dehors des deux ondes propagées,

(21) $$\varpi = 0;$$

2° pour un point situé dans l'épaisseur de l'onde la plus rapide,

(22) $$\varpi = \frac{\nu}{4\Omega'^3 r} \int_{r-\Omega' t}^{\varepsilon} (r - s - \Omega' t)^2 s \Pi(s)\, ds;$$

3° pour un point situé entre les deux ondes,

(23) $$\varpi = -\frac{\nu}{2\Omega'^3} \frac{r - \Omega' t}{r} \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} s^2 \Pi(s)\, ds;$$

4° pour un point situé dans l'épaisseur de l'onde la plus lente,

$$(24)\qquad \left\{ \begin{aligned} \varpi = {} & \frac{\mu}{4\Omega^3 r} \int_{r-\Omega t}^{\varepsilon} (r - s - \Omega t)^2 s\Pi(s)\, ds \\ & - \frac{\nu}{2\Omega'^3} \frac{r - \Omega' t}{r} \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} s^2 \Pi(s)\, ds ; \end{aligned} \right.$$

5° pour un point situé en dedans de l'onde la plus lente,

$$(25)\qquad \varpi = \frac{1}{2\Omega\Omega'(\Omega + \Omega')} \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} s^2 \Pi(s)\, ds,$$

Comme je l'ai déjà dit (voir la séance du 13 décembre dernier), il suit des formules (21), (23), (25) que, dans le mouvement d'un système isotrope de molécules, et dans le cas où l'équation caractéristique devient homogène, la fonction principale ϖ, toujours nulle en dehors des deux ondes proposées, cesse de s'évanouir entre ces ondes, et en dedans de la plus petite. Mais, en vertu des mêmes formules, la valeur de $D_t^3 \varpi$, et même celle de $D_t^2 \varpi$ s'évanouiront pour tout point placé dans l'une des trois positions que nous venons d'indiquer. De plus, eu égard aux formules (10), dans lesquelles on a

$$(26)\qquad \mathfrak{v} = D_t^{-2} v = \int_0^t \int_0^t v\, dt^2,$$

les déplacements et par suite les vitesses des molécules s'évanouiront pour tous les points situés en dehors ou en dedans des deux ondes propagées. M. Blanchet a remarqué avec justesse qu'on ne pouvait, en général, en dire autant des points situés entre les deux ondes. Toutefois il est bon d'observer que, même en ces derniers points, les déplacements et les vitesses se réduisent à zéro quand on suppose nulle la dilatation du volume représentée par la lettre v, c'est-à-dire, en d'autres termes, quand les vibrations longitudinales disparaissent; et comme, dans la théorie de la lumière propagée à travers un milieu isotrope, on fait abstraction des vibrations longitudinales, en se bornant à tenir compte de celles qui ont lieu sans changement de densité, on pourra conclure des formules précédentes, appliquées à cette théorie, que les vibrations lumineuses subsistent seulement dans l'épaisseur de l'onde la plus lente.

» Les diverses conclusions auxquelles nous venons de parvenir s'étendent au cas même où la valeur initiale de ϖ serait représentée, non plus par $\Pi(r)$, mais par $\varpi(x, y, z)$. C'est ce que l'on reconnaît sans peine en joignant aux formules précédentes celles que renferme le *Compte rendu* de la séance du 5 juillet 1841. »

M. **Puissant** fait hommage à l'Académie, au nom de M. le Directeur général du Dépôt de la Guerre, de la sixième livraison de la Carte de France, qui se compose des feuilles de *Barneville, Sens, Granville, Montbéliard, Besançon, Ornans, Lons-le-Saunier* et *Bourg*.

Cette livraison est accompagnée des positions géographiques et hauteurs absolues des points trigonométriques auxquels les opérations de détail ont été liées : elle sera bientôt suivie d'une autre non moins intéressante.

M. **Ch. Dupin** fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de publier et qui a pour titre : *Vie d'un bienfaiteur du peuple, A.-P. de Larochefoucauld, duc de Doudeauville.*

M. **Larrey** présente, au nom de l'auteur, M. *Gama,* un ouvrage ayant pour titre : *Esquisse historique du service de santé militaire.* (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection de deux membres qui feront partie, pendant l'année 1842, de la Commission générale administrative et de la Commission pour les fonds particuliers de l'Académie des Sciences. Les deux membres sortants peuvent être réélus.

Au premier tour de scrutin, MM. **Poinsot** et **Beudant**, membres sortants, obtiennent la majorité absolue des suffrages et sont déclarés élus.

RAPPORTS.

CHIRURGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Sédillot**, *relatif à l'amputation de la cuisse dans l'articulation coxo-fémorale.*

(Commissaires, MM. Double, Larrey rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Double et moi, de l'examen d'un Mémoire très-important qui lui a été communiqué par M. le docteur Sédillot, chirurgien-major, professeur à l'hôpital militaire de perfectionnement et professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, etc.

» Ce Mémoire a pour objet l'une des opérations les plus graves et les plus hardies de la chirurgie; c'est l'amputation de la cuisse à son articulation *coxo-fémorale*, qu'il a pratiquée sur un militaire avec un succès complet.

» Dans la première partie de son Mémoire, l'auteur dit avec raison que cette grave et remarquable opération compte encore trop peu de succès pour qu'on n'en recueille pas avec un vif intérêt les nouveaux exemples, et par une circonstance fortuite sans doute, dit toujours M. Sédillot, jamais jusqu'à lui cette opération n'avait réussi à Paris, malgré l'incontestable talent des hommes qui l'y ont maintes fois pratiquée.

» L'auteur annonce encore, d'après une étude attentive qu'il a faite de toutes les observations relatives à l'extirpation de la cuisse que possède la science, qu'il lui semble démontré que la règle générale de pratiquer immédiatement, dans les maladies aiguës telles que les blessures, l'amputation des membres, devait peut-être subir une exception pour la *désarticulation* de la cuisse. Nous ne perdrons pas de vue cette question, que l'auteur ne croit pas avoir une assez longue expérience pour résoudre.

» M. Sédillot entre ensuite dans l'historique de cette opération, qu'il dit avoir été pratiquée pour la première fois vers le milieu du dernier siècle par le célèbre Morand. Notre confrère récapitule avec soin et une grande exactitude toutes les opérations de ce genre qui ont été faites depuis Morand jusqu'à celle dont nous allons rendre compte.

» Après avoir exposé avec clarté et une grande précision tous les cas où cette opération a été exécutée, il fait remarquer que les succès, d'ailleurs assez rares, obtenus par les chirurgiens français et étrangers doivent être attribués à ce que l'opération n'a été faite que pour des maladies chroniques, ou après la cessation des accidents primitifs des maladies aiguës telles que les plaies d'armes à feu; tandis que les exemples d'insuccès de cette désarticulation pratiquée immédiatement dans ces derniers cas ont été plus multipliés; il en conclut que la question qu'il a d'abord posée sur l'opportunité de cette opération lui paraît de plus en plus importante, et il étaye son opinion,

» 1°. Sur la perturbation profonde imprimée au système nerveux et circulatoire, par le siége et l'étendue de la mutilation; ainsi la respiration continuant à hématoser à chaque inspiration une même quantité de sang veineux, et le cœur ne cessant pas d'agir aussi énergiquement, quoique la masse du corps ait diminué de près d'un quart de son volume total, il en résulterait pour toutes les fonctions des troubles d'une extrême gravité,

surtout lorsque la constitution du sujet n'aurait pas été préparée par un affaiblissement graduel;

» 2°. L'ébranlement de l'innervation concourrait encore à jeter les malades dans le collapsus qui suit souvent la désarticulation de la cuisse et peut entraîner la mort du sujet;

» 3°. Enfin M. Sédillot pense que le fait dont il va rendre compte lui paraît confirmer les considérations précédentes, et servira sans doute à éclairer cette grande question et à mettre en relief la valeur des procédés employés.

» Le sujet de ce Mémoire, le nommé Rembourg (Antoine), fusilier au 7e régiment de ligne, âgé de 28 ans et d'une bonne constitution, fut atteint, en juillet 1837, à la roche Saint-Bernard en Bretagne, d'une fracture comminutive au fémur, compliquée de plaie aux parties molles de la cuisse droite, dans une chute qu'il fit pendant la nuit, d'un premier étage de sa caserne: transporté sur une mauvaise charrette à l'hôpital de Vannes, éloigné de ce premier endroit d'une douzaine de lieues, on trouva le blessé dans un état très-fâcheux. La cuisse offrait un raccourcissement de 6 centimètres et le membre était couvert de phlyctènes gangréneuses. Dans le pansement que l'on fit d'abord à cet hôpital, on eut moins en vue la simplification de la plaie et l'extraction des corps étrangers, que le rétablissement dans leur état primitif des fragments osseux et la rectitude du membre (ce qui n'est malheureusement que trop usité); aussi une inflammation intense se déclara immédiatement, laquelle fut suivie d'abcès nombreux et de l'issue de plusieurs esquilles, ou fragments osseux. Cependant la soudure des os finit par s'opérer; mais le genou était menacé d'ankylose, et, dans le but d'y rétablir les mouvements, ce militaire fut envoyé aux eaux thermales de Bourbonne. Dans le trajet long et pénible qu'il fit pour s'y rendre, monté sur une charrette mal suspendue, il éprouva sur cette voiture, par la rupture du siége en planche où il était assis, une nouvelle fracture au même membre blessé, qui fut suivie d'une série d'accidents graves, analogues à ceux survenus la première fois, ce qui prolongea son séjour dans cet établissement jusqu'à ce qu'il fût en état d'être évacué dans d'autres hôpitaux, et il arriva enfin à celui de Paris au commencement de l'année 1840. Il fut placé dans les salles du docteur Sédillot. Ce médecin reconnut d'abord dans le membre blessé un raccourcissement de 4 centimètres, avec atrophie et immobilité de la jambe. La cuisse était couverte de cicatrices et il y existait encore des plaies fistuleuses à travers lesquelles on découvrait, à l'aide de la sonde, un travail de carie et de nécrose à l'os fémur. Enfin le malade n'avait été en-

voyé à l'hôpital de perfectionnement du Val-de-Grâce que pour y subir l'amputation de la cuisse à son articulation coxale, qu'on avait déjà jugée indispensable dans les autres hôpitaux, et que le malade lui-même réclamait avec instance.

» Bien que la gravité du mal et sa propagation jusqu'à l'articulation eût été bien appréciée par M. Sédillot, ce professeur appela en consultation tous ses confrères du Val-de-Grâce, y compris le chirurgien en chef M. Begin et l'un des inspecteurs membres du Conseil de santé des armées, votre rapporteur, lequel, d'après un examen attentif et rigoureux qu'il fit du malade, partageant d'ailleurs l'opinion des autres médecins consultés, engagea fortement le docteur Sédillot à pratiquer de suite l'extirpation du membre, comme la seule ressource que l'art offrait à ce militaire pour assurer son existence.

» En effet la désarticulation fut pratiquée peu de jours après, le 7 août même année. M. Sédillot employa un procédé différent de celui que votre rapporteur a imaginé, c'est-à-dire qu'au lieu de lier préalablement l'artère crurale et d'établir deux lambeaux, l'un interne et l'autre externe, qui commencent à l'incision qui a servi à mettre cette artère à découvert, M. Sédillot a formé un très-grand lambeau à l'aide des parties de la région crurale, ou antérieure et supérieure de la cuisse, y compris l'artère dont il a fait comprimer le tronc à son passage sur l'arcade crurale, et de laquelle il n'a fait la ligature qu'après avoir achevé l'amputation du membre, en formant le lambeau postérieur aux dépens des muscles fessiers. Il a réuni ensuite les deux lambeaux au moyen de la suture entortillée.

» Tout s'est très-bien passé pendant les premières vingt-quatre heures; mais un travail inflammatoire assez violent survient au moignon, qui oblige le chirurgien opérateur à couper les points de cette suture (qui ne devait pas être pratiquée, quelques points très-lâches de suture entrecoupée et de bandelettes agglutinatives auraient suffi pour obtenir la réunion exacte des lambeaux). Cependant les accidents inflammatoires se dissipent et la plaie parcourt assez rapidement les périodes de la suppuration, de la détersion et de la cicatrisation; enfin ce brave soldat fut conduit à une guérison complète dans l'espace d'une cinquantaine de jours, et il jouit aujourd'hui d'une bonne santé.

» Telle est l'analyse exacte de ce Mémoire :

» Maintenant votre rapporteur croit devoir faire quelques réflexions, dans l'intérêt de l'humanité et de la science, sur la question soulevée par

notre jeune professeur, c'est-à-dire de savoir si cette opération peut être pratiquée, comme les autres amputations des membres, dans la première période de la maladie et avant le développement des accidents primitifs, ou s'il ne convient pas mieux d'attendre que ces accidents soient entièrement dissipés, comme dans les cas cités par le docteur Sédillot, où cette désarticulation a été suivie de succès.

»Pour justifier l'affirmation sur cette question, M. Sédillot s'étaye, 1° des effets fâcheux de l'ébranlement que produit la cause vulnérante sur les organes renfermés dans la cavité abdominale; 2° sur le refoulement du sang vers le cœur, dont les fonctions peuvent être troublées et être immédiatement suivies de la mort de l'opéré; 3° enfin sur le spasme nerveux qui doit nécessairement survenir par l'effet de la section brusque que l'on fait des gros nerfs qui se rendent à la cuisse.

» Votre rapporteur peut répondre avec confiance à ces observations:

» 1°. Sans doute que les organes de la vie intérieure éprouvent un ébranlement ou une commotion plus ou moins forte, lorsqu'un gros projectile détruit ou désorganise la partie supérieure de l'une des cuisses; mais les effets de cette commotion ne sont qu'instantanés, l'équilibre dans le jeu de leurs fonctions est aussitôt rétabli, ou, si cette commotion a été assez forte pour rompre le tissu des viscères ébranlés, la mort du sujet survient immédiatement, ou les signes qui indiquent son approche sont assez évidents aux yeux du chirurgien physiologiste pour savoir apprécier l'état du blessé et lui faire respecter son agonie.

» 2°. En général, on a exagéré les effets primitifs instantanés du refoulement du sang par suite de la ligature ou de la section des gros troncs artériels et veineux rapprochés du centre de la circulation; votre rapporteur croit en avoir donné la preuve dans son Mémoire sur l'opportunité de l'amputation des membres. D'ailleurs on prévient facilement les effets consécutifs de la turgescence intérieure qui peut résulter de ce refoulement, par la phlébotomie et surtout par l'application des ventouses scarifiées, beaucoup plus efficaces, qu'on pose aux régions dorsales, aux hypocondres et à l'épigastre. Votre rapporteur a employé un grand nombre de fois dans de telles circonstances ces saignées révulsives avec des succès inespérés.

» 3°. Quant au spasme nerveux résultant de la section des gros nerfs dont l'auteur du Mémoire a parlé, il ne peut y avoir de différence pour le résultat, de cette section faite dans les premières heures de l'accident, de celle qui aura lieu dans la désarticulation consécutive du membre. Mais

enfin à quoi peut-on donc attribuer l'insuccès de cette terrible opération, dans les cas de blessures, lorsqu'elle est pratiquée dans les premières douze heures de l'accident? C'est principalement à la perte de la plus petite quantité de sang qui aura lieu pendant l'opération, parce qu'il est probable que le blessé en a déjà beaucoup perdu à l'instant où il a reçu la blessure.

» Aussi le précepte le plus important à remplir dans cette désarticulation coxo-fémorale, comme dans celle du bras à l'épaule, est de se rendre maître du sang de manière à ne pas en perdre un seul gramme, si l'on désire, parce que la petite quantité qui s'échappe dans ces cas des gros vaisseaux prive à l'instant même le cœur de son stimulus, ses fonctions cessent, et le blessé périt immédiatement, comme votre rapporteur l'a vu maintes fois, et c'est par cette cause exclusive que la première désarticulation de cuisse qu'il a pratiquée à l'armée du Rhin, en 1793, n'eut point de succès, et le blessé mourut peu d'heures après l'opération, parce que n'ayant lié les principaux vaisseaux qu'après l'opération, comme dans le procédé de M. Sédillot, il s'échappa assez de sang de ces vaisseaux pour priver le cœur de ses propriétés vitales. Cet exemple le porta par la suite à faire la ligature de la principale artère avant de pratiquer l'amputation du membre, et aux armées surtout cette précaution est indispensable, parce qu'une infinité de circonstances peuvent détruire les effets de la compression exercée sur le trajet de ce vaisseau. Ce motif fait vérifier les avantages de la méthode établie par votre rapporteur et déjà proposée par l'ancienne Académie de chirurgie.

» Pour compléter la solution du problème en faveur de l'amputation primitive, votre rapporteur ajoutera aux réflexions qui précèdent le résultat de sa longue expérience, et il rappellera à ce sujet:

» 1°. Qu'il a pratiqué avec un succès complet l'extirpation de la cuisse deux fois pendant la terrible campagne de Russie et sur le champ même des batailles, par le procédé qu'il a décrit dans ses Mémoires. La première fut faite en présence de l'un de nos médecins célèbres, le docteur Ribes; le sujet, blessé au combat de Witepsk, était un jeune soldat russe: la cicatrice de la plaie du moignon était consolidée lorsqu'il fut saisi plus tard par le froid excessif que nous avons supporté pendant cette campagne (le mercure dans mon thermomètre de Réaumur était descendu à 28 degrés), et la misère la plus affreuse, qui le firent périr. Le deuxième était un de nos dragons blessé à la bataille de la Moskowa; il fut également conduit à

la guérison, mais il périt pendant la retraite, sous l'influence des mêmes causes (1).

» 2°. Votre rapporteur pourrait citer encore deux cents sujets ou environ auxquels il a pratiqué également sur les champs de bataille l'amputation du bras à l'épaule, et avec un tel succès qu'il a à peine perdu le quinzième de ces opérés, parmi lesquels un bon nombre avaient des blessures qu'on pouvait considérer comme mortelles : telles étaient celles des généraux Fugières et Daboville (2); assurément ces derniers auraient péri pendant l'opération si je n'avais employé le moyen que j'ai indiqué pour prévenir l'effusion du sang lorsque je les ai opérés, car ils donnaient à peine des signes de vie.

» D'après ces faits, nous pouvons dire que l'amputation primitive de la cuisse à son articulation coxo-fémorale, peut être pratiquée dans un cas de blessure récente, comme dans les cas de maladies chroniques, et si le succès dans les deux cas ne paraît pas aussi certain dans l'un comme dans l'autre, cela tient à la différence de la gravité de la maladie qui indique l'opération, et certes nous pourrions même assurer que cette opération aurait certainement sauvé la vie à un grand nombre de guerriers qui ont indubitablement péri peu de temps après leurs blessures, si elle avait été faite immédiatement et d'après les préceptes établis par votre rapporteur.

» Le Mémoire de M. le professeur Sédillot n'en est pas moins intéressant; les jeunes chirurgiens trouveront d'ailleurs dans ce Mémoire, des leçons utiles et l'exemple récent d'une opération grave, difficile et remarquable, couronnée d'un plein succès; aussi nous avons l'honneur de proposer à l'Académie l'insertion de ce Mémoire, avec les dessins qui l'accompagnent, dans le Recueil des œuvres des *Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

---

(1) Je pourrais joindre à ces deux faits authentiques, celui d'un soldat de la garde royale auquel je pratiquai la désarticulation de la cuisse droite (en 1824), nécessitée par un sphacèle qui avait frappé tout à coup la totalité du membre jusqu'au niveau du grand trochanter, par suite de la lésion de l'artère iliaque externe et de sa ligature. L'opération fut faite le troisième jour de l'invasion de la gangrène, la plaie était parvenue à une cicatrisation complète, lorsque l'opéré fut saisi par une entérite avec invagination de l'intestin grêle, qui le fit périr. On ignore la cause de ce dernier accident, tout à fait étranger à l'opération (1).

(2) Voyez leurs observations dans l'*Histoire des Campagnes* du rapporteur.

(1) Voyez l'article *Amputation de la cuisse à son articulation coxo-fémorale*, dans le Ve volume de la *Clinique chirurgicale* du rapporteur, p. 246 et suivantes; et l'article *Anévrisme traumatique*, p. 131 et suivantes du IIIe volume du même ouvrage.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE.—Rapport sur un Mémoire ayant pour titre : *Expériences sur le tirage des voitures et sur les dégradations qu'elles produisent sur les routes*, présenté par M. **Arthur Morin**, chef d'escadron d'artillerie, professeur de mécanique industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Coriolis, Piobert rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Arago, Poncelet, Coriolis et moi, de lui rendre compte des expériences de M. Morin sur le tirage des voitures et sur les dégradations qu'elles produisent sur les routes. Un premier travail de cet officier sur le même sujet a déjà été l'objet d'un Rapport favorable, approuvé, le 31 décembre 1838, par l'Académie, qui en a ordonné l'impression dans le *Recueil des Savants étrangers*. Le but de ces premières expériences était de rechercher les conditions mécaniques qui lient l'effort de traction aux charges, aux diamètres, aux largeurs de roues, aux vitesses de transport, etc. Elles avaient été entreprises pour fournir des bases à la théorie du tirage des voitures; mais l'auteur a été conduit, par la liaison qui existe entre l'intensité du tirage et l'état des routes, à faire diverses observations sur les dégradations produites par les voitures. Ayant reçu mission, depuis cette époque, de M. le ministre du Commerce et des Travaux publics, de continuer ses observations relatives aux dégradations des routes, M. Morin a entrepris une nouvelle série d'expériences dans des circonstances encore plus variées que les premières. Il est à regretter que le rapporteur de votre première Commission ne se soit pas chargé de rendre compte à l'Académie de ce nouveau travail, qui est la suite du premier: les deux Rapports eussent présenté plus d'uniformité dans l'exposé des résultats et dans l'examen des différentes parties de la question; nous tâcherons d'y suppléer en apportant dans la discussion des faits, les recherches théoriques et pratiques sur le tirage dont l'un de nous fut chargé, il y a vingt ans, pour un service public.

» Dans le premier Rapport on a rappelé les expériences de Edgeworth et de Rumford sur le tirage des voitures, les considérations théoriques de Gerstner et de Navier sur le même sujet; enfin les résultats pratiques de Macneill et de M. Dupuit. A ces travaux on pourrait ajouter ceux de Camus, de Couplet, de Bezout et ceux des savants étrangers Müller, Kroencke, Fuss, etc. (1). Camus surtout mérite d'être cité, parce

(1) Dans son *Mémoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de na-*

que le premier il a montré (1) que la résistance due au frottement de l'essieu sur le moyeu dépend du rayon de la boîte et non de celui de la fusée; que les grandes roues sont toujours plus avantageuses que les petites; qu'elles s'enfoncent moins dans les terres et dans les creux; qu'elles franchissent plus facilement les obstacles; que les petites roues cassent les pavés et rompent plus les chemins que les grandes; que les jantes étroites s'usent plus promptement que les larges; qu'elle éprouvent plus de résistance sur le pavé et qu'elles s'enfoncent davantage dans les chemins. Couplet a également reconnu (2) les avantages des grandes roues pour vaincre le frottement de la fusée sur la boîte, et pour diminuer les résistances que les roues éprouvent sur les sols compressibles, dans lesquels elles s'enfoncent, et il a montré l'influence de l'inclinaison du tirage sur la résistance que les obstacles opposent au mouvement de la roue. Ces deux auteurs ont émis sur la construction des roues plusieurs observations judicieuses qui ont été généralement admises par les praticiens et conservées jusque dans ces derniers temps.

» Depuis vingt-deux ans, plusieurs officiers du corps de l'artillerie se sont occupés de la question du roulage des voitures, soulevée par les nouvelles constructions proposées pour le matériel de cette arme. Dans un Mémoire rédigé en 1819, le commandant Forceville a discuté les avantages qui résultaient de l'augmentation du diamètre des roues des avant-trains (3); l'année suivante, l'un de nous a prouvé que la résistance opposée par le frottement de la fusée de l'essieu variait dans un rapport plus grand que celui du rayon de la boîte au rayon de la roue, que ce dernier rayon n'était

---

vigation, publié à Prague en 1813, M. de Gerstner cite deux ouvrages allemands dans lesquels on a traité la question du frottement des essieux; ce sont: 1° l'*Essai d'un Traité théorique sur le tirage des voitures;* Gott., 1787; 2° l'*Essai d'une Théorie de tirage*, par Kroukep, 1802.—Edgworth, dans *An Essay on the construction of roads and carriages*, ou dans l'*Essai sur la construction des routes et des voitures*, cite Helsham, Bourne, Jacob et Anstice, comme s'étant occupés de cette question en Angleterre.

(1) *Traité des forces mouvantes pour la pratique des arts et métiers;* Paris, 1722, pages 319, 384 et suivantes.

(2) Réflexions sur le tirage des voitures et des traîneaux; *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1733, p. 49.

(3) Mémoire sur les systèmes d'artillerie de campagne français et anglais; Paris, décembre 1819. (*Archives du dépôt central de l'Artillerie*.)

pas limité par la hauteur de l'effort de traction au-dessus du sol, et qu'il pouvait être plus grand avec avantage pour la force motrice (1). Il a aussi donné les expressions théoriques du tirage horizontal et incliné, en a fait l'application à toutes les voitures de l'artillerie et en a tiré les conditions de construction que doivent remplir les parties principales des machines de transport (2). M. Hélie, alors lieutenant et actuellement professeur de sciences appliquées à l'École de l'Artillerie de la Marine à Lorient, qui d'abord avait contesté les résultats précédents relatifs au frottement des essieux, en a donné ensuite une nouvelle démonstration et en a déduit l'expression analytique de l'effort nécessaire pour vaincre le frottement des fusées, dans une voiture à deux trains, lorsque le tirage est horizontal et le mouvement uniforme (3). En 1824, M. Mathieu de la Redorte, alors élève à l'École d'application de Metz, a présenté un Mémoire sur le tirage, dans lequel il tient compte de l'inertie des roues dans leur mouvement de rotation; en 1826, M. Poisson a également considéré l'effet de l'inertie des roues dans le mouvement brusque de recul des affûts des bouches à feu, mais il fait abstraction du frottement des essieux dans les boîtes (4). Le cadre de ce Rapport ne nous permet pas d'analyser plusieurs Mémoires intéressants qui ont été publiés, depuis cette époque, dans les *Annales des Ponts-et-Chaussées*, et qui ont plus ou moins trait au roulage des voitures.

» L'importance de la question et la précision des appareils employés par M. Morin ont été indiquées dans le Rapport de votre première Commission, ainsi que les résultats qu'il a obtenus et les conséquences qu'il en a déduites relativement à l'influence exercée sur l'effort de traction, par le poids du chargement, le diamètre des roues, la largeur des bandes, la vitesse du transport, la suspension sur ressorts plus ou moins parfaite, et l'inclinaison du tirage. Il nous suffira de rappeler ici ses principales conclusions:

» 1°. La résistance opposée au roulement des voitures de toute espèce

---

(1) Mémoire sur l'artillerie de campagne; Toulouse, octobre 1820. (*Ibidem.*)

(2) Mémoire sur le tirage et la construction des roues des voitures d'artillerie; Toulouse, avril 1821. — Expériences et Rapport sur la forge de campagne modifiée; Toulouse, octobre 1821. (*Ibidem.*)

(3) Mémoire sur le tirage des voitures; Toulouse, octobre 1821. (*Ibidem.*)

(4) *Formules relatives aux effets du tir sur les différentes parties de l'affût*; Paris, 1826 et 1838, p. 10 et 30.

par les différents sols est proportionnelle à la pression et en raison inverse du rayon des roues;

» 2°. Les dégradations produites sur les routes sont d'autant plus grandes que les roues sont plus petites;

» 3°. Sur les terrains compressibles, tels que la terre, le sable, le gravier, les rechargements en matériaux mobiles, la résistance au roulement décroît à mesure que la largeur des bandes augmente, et elle est indépendante de la vitesse pour toutes les voitures;

» 4°. Sur les chaussées pavées et les routes ordinaires en empierrement, la résistance est à peu près indépendante de la largeur de la bande, dès que celle-ci a atteint $0^m,08$ à $0^m,10$, et elle croît avec la vitesse, de manière que les accroissements sont proportionnels, à partir de la vitesse de 1 mètre par seconde. L'augmentation est d'autant moindre que la voiture est mieux suspendue et la route plus unie; au pas, la résistance est la même pour les voitures suspendues ou non suspendues;

» 5°. Les voitures non suspendues, allant au pas, fatiguent et détériorent davantage les routes que les voitures suspendues allant au trot.

» Ces conclusions diffèrent beaucoup de celles que M. Dupuit, ingénieur des ponts-et-chaussées, a tirées des résultats des expériences qu'il a publiées en 1837, surtout de celles qui sont relatives à l'influence du diamètre des roues sur le tirage. D'après cet ingénieur, la résistance au roulement varierait en raison inverse de la racine carrée du diamètre des roues; mais cette loi n'avait pas paru à votre ancienne Commission devoir être préférée à celle que M. Morin a donnée, et que Coulomb avait déjà trouvée pour le roulement des cylindres de bois d'orme et de gaïac.

» Le Mémoire de M. Dupuit ayant été renvoyé à l'examen d'une autre Commission, nous ne nous occuperons pas de la démonstration théorique de la loi générale qu'il a admise, ni des hypothèses sur lesquelles elle repose; nous passerons immédiatement à l'examen du travail de M. Morin. Les expériences de l'auteur sont de deux espèces : les unes relatives au tirage des voitures, et les autres aux dégradations des routes. Les premières embrassent plusieurs questions; celles qui sont relatives à l'influence du diamètre des roues sur la résistance au roulement ont été exécutées sur les routes en empierrement, avec des diamètres compris entre $2^m,009$ et $0^m,86$; sur les chaussées pavées, les diamètres ont varié de $2^m,029$ à $0^m,420$. Chaque série a été exécutée sur les mêmes portions de routes, autant que possible le même jour et dans des conditions semblables. L'au-

teur trouve que tous ces résultats confirment, comme ceux de 1837 et 1838, la loi de Coulomb, c'est-à-dire que la résistance au roulement varie en raison inverse du diamètre de la roue.

» Dans une Note supplémentaire, M. Morin rend compte des expériences qu'il a exécutées à l'aide d'un appareil entièrement semblable à celui de Coulomb, mais dont les dimensions plus grandes permettent d'observer plus exactement la loi du mouvement. Des cylindres en bois de chêne, de diamètres très-différents les uns des autres, comme les nombres 1, 2, 3, 4 et 8, ont roulé successivement sur du bois de peuplier, sur du cuir et sur du plâtre. Suivant l'auteur, les résultats confirmeraient encore pleinement la loi de Coulomb.

» Des expériences de roulage sur les routes en empierrement et sur le pavé, l'auteur conclut, comme en 1838, que la résistance est sensiblement indépendante de la largeur des jantes. Celles qu'il a exécutées sur des aires en bois, avec des cylindres dont la largeur de contact a été successivement de $0^{m},100$, $0^{m},050$ et $0^{m},025$, ont montré que la résistance augmente, à mesure que cette largeur diminue, comme cela a lieu pour les voitures sur les sols compressibles.

» Dans les expériences relatives à l'influence de la vitesse qui ont été faites sur des routes en empierrement et sur le pavé, avec des voitures suspendues et non suspendues, M. Morin trouve que la résistance croît avec la vitesse et suit la loi approchée, accusée par ses expériences de 1838.

» Enfin, des expériences faites, avec des charges qui se sont élevées jusqu'à 7000 kilogrammes, sur des routes en empierrement, et de 1500 à 5500 kilogrammes, sur le pavé, il conclut que la résistance est proportionnelle à la pression.

» De cet ensemble de faits, obtenus par divers moyens et dans des circonstances très-variées, l'auteur tire la conséquence générale que la résistance au roulement varie suivant les lois qu'il avait déduites, en 1838, de ses premières expériences. Un examen attentif ne permet pas à vos Commissaires d'admettre d'une manière absolue cette concordance entre les résultats des expériences et les lois que l'auteur a cru pouvoir en déduire; la discussion suivante montrera qu'en effet plusieurs de ces résultats semblent contestables.

» Les expériences que M. Morin a exécutées pour déterminer l'influence du diamètre des roues sur la résistance au roulement que présentent les chemins en empierrement, ont donné des résultats qui varient avec la na-

ture du sol, dans des limites trop étendues pour permettre d'en conclure qu'il existe certains rapports constants entre cette résistance et la raison inverse d'une puissance déterminée du rayon. Dans plusieurs cas cette puissance s'éloigne sensiblement de celle qui avait été indiquée par Coulomb. Une seule série d'expériences se rapproche de cette loi; c'est celle qui a été faite sur la partie de la route départementale n° 132, de Courbevoie à Colombe, située entre les deux chemins de fer et à l'état sec; encore cette série ne comprend-elle que deux grandeurs de roues. Deux autres séries exécutées sur la même route, sèche, ou très-humide sans boue, ont indiqué une résistance proportionnelle à la raison inverse d'une puissance du rayon, variant de $\frac{3}{4}$ à 1, pour des roues de trois grandeurs. Cette même portion de route pour laquelle, dans la première série, la loi de Coulomb semblait satisfaite, a donné, lorsqu'elle était couverte d'une boue liquide, des résistances qui ne s'accordaient plus qu'avec la puissance $\frac{3}{4}$ du rayon. Ce dernier résultat a encore été obtenu avec un grand degré de précision sur la route qui fait face à la caserne de Courbevoie, à une époque où cette route était très-sèche, et pour des roues de diamètres très-différents l'un de l'autre.

» Tous ces résultats semblent s'accorder pour montrer que la résistance au roulement est proportionnelle à la raison inverse d'une puissance du rayon qui varie généralement de $\frac{3}{4}$ à $\frac{4}{5}$, suivant que la route est plus ou moins compressible, et qui n'atteint l'unité que lorsque le sol est parfaitement dur. Cette variabilité de la puissance à laquelle il faut élever le rayon de la roue pour représenter la résistance, a également été observée par l'un de nous en 1821, avec d'autres procédés d'expérimentation peut-être encore plus précis que ceux de M. Morin; c'est une preuve de l'exactitude des résultats qu'on doit à l'habileté de ce savant, et qu'on peut ainsi regarder comme dignes d'une entière confiance.

» Les routes pavées en grès ont offert des résultats analogues à ceux des expériences précédentes; la puissance du rayon a même varié entre des limites plus étendues, car, dans certains cas, elle est descendue sensiblement au-dessous de $\frac{3}{4}$. Sur la route pavée n° 192, très-sèche, la loi de Coulomb est indiquée d'une manière assez précise pour une partie de la série, lorsqu'on admet la proportionnalité de la résistance à la pression, ainsi qu'une faible influence de la largeur de la jante; mais dans les mêmes hypothèses, l'autre partie de la série donne une puissance qui varie de $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$. Les expériences faites sur le pavé du boulevard du Mont-Parnasse ont donné des résultats qui se rapprochent de la loi de Coulomb, la puissance

étant très-peu au-dessous de l'unité; mais les rayons des roues ne différaient pas assez entre eux pour qu'on pût en déduire une loi d'une manière approchée. Enfin une série des expériences de 1838, exécutées sur le pavé de la rue Stanislas, a indiqué une puissance comprise entre $\frac{2}{3}$ et $\frac{1}{2}$; on voit que la variation de cette puissance a lieu dans des limites très-étendues, suivant que les routes sont plus ou moins bien établies, et que les différences de résultats laissent dans une grande incertitude sur la véritable loi de la résistance : aussi tout nous porte à penser que les expériences exécutées sur le pavé présentent des anomalies dans quelques-unes des séries.

» Les résultats des expériences faites à l'aide d'un appareil entièrement semblable à celui de Coulomb, ne donnent pas non plus, pour les cylindres de chêne roulant sur des madriers de peuplier, une résistance proportionnelle à la raison inverse du rayon; car la puissance à laquelle il faut élever ce rayon est $\frac{4}{5}$ en comparant les rouleaux de $0^m,181$ et de $0^m,0902$ de rayon, et $\frac{3}{4}$ en comparant ceux de $0^m,1355$ et de $0^m,0902$, pour les deux largeurs de bande $0^m,10$ et $0^m,05$. Les anomalies que présentent le cylindre de $0^m,045$ de rayon et les bandes de $0^m,025$, qui étaient chargées aussi fortement que les plus larges, sont dues évidemment à l'altération d'élasticité que subissent les substances lorsque les pressions augmentent au-delà d'une certaine limite.

» La résistance au roulement a été à très-peu près en raison inverse du rayon des rouleaux, sur une bande de cuir de $0^m,005$ d'épaisseur, reposant sur des madriers en peuplier; mais sur le plâtre, la puissance du rayon a beaucoup varié : elle a été de $\frac{4}{5}$ en comparant certains rayons, et est descendue à $\frac{2}{3}$ en en comparant d'autres.

» Ainsi les expériences faites avec l'appareil de Coulomb ne paraissent pas plus que le tirage des voitures sur les routes, établir comme loi générale une proportionnalité entre la résistance au roulement et la raison inverse du rayon des roues.

» Des résultats analogues ont été obtenus avec tous les genres d'expérimentation employés, quoique quelquefois les auteurs en aient tiré des conclusions différentes de celles qui précèdent. Ainsi, dans des expériences faites en 1839 par M. Dupuit, en présence d'une commission nommée par l'administration des Ponts-et-Chaussées pour examiner la question du roulage, on a fait rouler sur des plans inclinés, de 1^m et de $0^m,50$ de chute, puis, sur un terrain battu horizontal, sept paires de roues accouplées, de différents diamètres, depuis $0^m,10$ jusqu'à $1^m,60$. La résistance au roulement a été à peu près en raison inverse des racines carrées des rayons, lors-

que le sol était sec et recouvert d'un peu de poussière, et la chute de 1^m; mais pour le même terrain un peu humide, la loi précédente, admise exclusivement par l'auteur, n'est plus suivie, et le calcul montre que la puissance $\frac{2}{3}$ du rayon donne des évaluations de résistance qui se rapprochent beaucoup plus des résultats de l'expérience pour les cinq diamètres les moins grands; les deux paires de roues les plus hautes ont éprouvé plus de résistance que ne l'indiquent l'une et l'autre des deux lois, résultat que l'auteur attribue à la résistance de l'air qui a dû plus se faire sentir sur ces grandes roues qui ne pèsent pas plus que les petites. Avec la chute de $0^m,50$, les vitesses étant moins considérables, les anomalies dues à la résistance de l'air, aux chocs et aux sauts qu'éprouvaient les roues dans les expériences précédentes, ont été moins sensibles, et les résultats ont été beaucoup plus réguliers; aussi le calcul montre que la résistance au roulement est alors, à très-peu près, en raison inverse de la puissance $\frac{2}{3}$ du rayon, pour les roues de tous les diamètres. On pourrait même conclure que cette loi représente rigoureusement les résultats de l'expérience, si l'on exclut les roues moyennes, cinq fois plus légères que les autres, et qui se trouvaient ainsi dans des circonstances particulières; ou bien encore si l'on tient compte, d'après les observations mêmes de l'auteur, de la plus grande résistance de l'air éprouvée par les roues hautes, et de l'influence, pour les petites roues, d'une circonstance atmosphérique qui avait rendu plus tirants les sept à huit premiers mètres de la course des roues. Ces résultats et les précédents viennent encore démontrer que la résistance au roulement ne peut être représentée que par une puissance du rayon variable avec la nature et l'état du sol, et que cette puissance et les limites entre lesquelles elle varie, sont exactement celles que la théorie indique pour les données que fournissent les terrains ordinaires, et dans les hypothèses d'un sol très-dur et d'une résistance à la compression indépendante de l'enfoncement.

» Dans les expériences de M. Morin, qui sont relatives à l'influence de la largeur des bandes sur la résistance au roulement que font éprouver les routes pavées et en empierrement, les résultats réguliers ne sont pas en assez grand nombre dans chaque cas, pour qu'on puisse en déduire une loi générale avec un peu de certitude. De celles qui ont été exécutées avec des cylindres roulant sur du bois, on pourrait conclure que dans tous les cas où l'élasticité n'est pas altérée, la résistance est à très-peu près en raison inverse de la racine cubique de la largeur des bandes, résultat qui correspond, en théorie, au cas pour lequel la résistance à l'enfoncement est proportionnelle à la pénétration, hypothèse admise généralement par les géomètres pour les

corps élastiques. Lorsque les charges dépassent les limites de l'élasticité, vu la diminution de largeur des bandes, la résistance augmente presque jusque dans la proportion de la raison inverse de cette largeur.

» Les expériences relatives à l'influence de la vitesse montrent que la résistance, ou le tirage, augmente avec la vitesse sur le pavé et sur les routes en empierrement pour toutes les espèces de voitures; d'un autre côté, l'auteur a conclu de celles de 1838, que cette résistance est indépendante de la vitesse pour les voitures suspendues et non suspendues, sur le sable, la terre et le gravier. Mais cette indépendance, dans certaines circonstances, n'est qu'apparente, et il n'existe pas de différence aussi tranchée dans la loi de résistance. On conçoit, en effet, que dans les terrains compressibles, l'enfoncement des roues ne pouvant pas être instantané, doit diminuer ainsi que la résistance qui en résulte, à mesure que la vitesse augmente: cette diminution doit donc neutraliser en partie l'augmentation de résistance provenant d'une plus grande vitesse, dans l'évaluation de l'effort de traction ou de la somme de ces résistances; il peut même arriver que pour certains terrains, et dans certaines limites de vitesses, il s'établisse entre les augmentations et diminutions de ces résistances, une compensation qui rende insensible l'influence de la vitesse sur le tirage total, influence qui d'ailleurs doit être beaucoup plus faible sur les terrains mous que sur les sols durs qui font éprouver des chocs à la roue.

» Les expériences relatives à l'influence de la charge n'ont pas confirmé complétement la loi admise par l'auteur, savoir, la proportionnalité de la résistance à la pression sur les routes en empierrement, et s'en éloignent beaucoup pour certaines routes pavées. Dans le premier cas, la résistance au roulement a varié à très-peu près, comme la puissance $\frac{8}{7}$ de la charge; résultat qui prouve, ainsi que ceux qui sont relatifs à l'influence du diamètre des roues sur la résistance de la même route n° 132, que le sol de cette route départementale n'est pas complétement incompressible sous des charges de 5 à 7000 kilogrammes. Sur le pavé de la route royale n° 192, la résistance a encore augmenté dans un plus grand rapport, à peu près comme la puissance $\frac{5}{4}$ de la pression pour les roues de $0^m,115$ de largeur de bande; les anomalies présentées par les roues de $0^m,175$, et dont l'auteur a indiqué les causes, empêchent d'admettre les résultats qu'elles ont donnés.

» Dans une dernière note supplémentaire adressée récemment à l'Académie, on trouve de nouvelles expériences exécutées par l'auteur sur les routes pavées et en empierrement, en vue de justifier la loi de la proportionnalité de la résistance à la pression, qui ne paraissait pas suffisamment

établie aux yeux de vos Commissaires. Dans la première partie de ces expériences, exécutées sur la route de Courbevoie à Bezons, un chariot de roulage non suspendu a été chargé de manière à peser successivement 3430, 4450, 5458 et 7126 kilogrammes. Les séries faites avec les deux premiers chargements ont donné une résistance qui croissait comme la puissance $\frac{6}{5}$ de la pression; pour les autres chargements, les résistances sont restées à peu près proportionnelles aux charges, mais les vitesses ont diminué beaucoup et n'ont été que de $1^m,24$ et $1^m,15$, tandis que dans les deux premières séries, la vitesse avait été de $1^m,55$. Comme d'après d'autres expériences de l'auteur, les résistances augmentent sensiblement avec la vitesse sur les routes en empierrement, surtout avec les voitures non suspendues; si donc la vitesse de transport fût restée la même dans ces différents cas, on eût obtenu une résistance au roulement variant comme une puissance de la pression supérieure à la première. Toutefois, on doit remarquer que la résistance n'a pas augmenté, pour l'énorme charge qui dépassait 7000 kilog., autant qu'on aurait pu le conclure de la loi observée pour les autres charges; la résistance à la compression de la route qui était très-sèche et en bon état, a pu augmenter avec le tassement des matériaux.

» Dans les expériences faites sur le pavé de la rue de Colombe, à Courbevoie, à l'état humide et avec un peu de boue, le poids total d'un chariot de roulage suspendu a été successivement de 1600, 3300 et 5000 kilogrammes; la vitesse ayant été la même pour les deux chargements extrêmes, la résistance au roulement a été dans un plus grand rapport avec la forte charge qu'avec la petite; elle a été la même avec les deux forts chargements, mais avec le plus grand, la vitesse a été sensiblement moindre; de sorte qu'à vitesses égales, la résistance eût encore augmenté dans un plus grand rapport que la pression. Il en a été de même, sur la route en empierrement, n° 132, pour une voiture suspendue à six roues, dont le poids a été successivement de 3000, 4692 et 6000 kilogrammes; à vitesse égale, la résistance a augmenté dans un plus grand rapport que la pression, et la proportionnalité n'a existé que lorsque la charge la plus grande a été mue avec une vitesse d'un tiers plus forte que celle de la charge moyenne.

» En résumé, les belles et nombreuses expériences que M. Morin a faites sur le roulage ne confirment pas d'une manière rigoureuse les lois générales qu'il avait cru pouvoir en déduire, la proportionnalité de la résistance au roulement, à la pression et à la raison inverse du rayon des roues, cette résistance variant généralement dans un rapport plus fort que la

charge et en raison inverse d'une puissance du rayon plus petite que l'unité; enfin, l'indépendance de la résistance et de la vitesse sur les terrains compressibles pourrait ne pas être complète. Cependant, dans un grand nombre de cas, les résultats de l'expérience s'éloignent assez peu de ces lois, pour qu'on puisse les admettre dans la pratique entre certaines limites.

» Il nous reste, pour terminer l'examen du travail de l'auteur, à jeter un coup d'œil sur la partie de son Mémoire qui a trait aux dégradations des routes, et pour laquelle notre tâche doit se réduire, dans beaucoup de cas, à constater les résultats qui se déduisent des données de l'expérience.

» Le mode d'expérimentation qui a été employé pour déterminer les effets destructeurs produits sur les routes par les différentes espèces de roues et de voitures, est celui qui a été indiqué par M. Navier, en ces termes :

« Ce procédé consiste dans la mesure exacte de l'intensité moyenne du » tirage auquel donne lieu une roue qui repasse un très-grand nombre de » fois à peu près sur la même trace. » Et il ajoute : « La simple observation » de la trace que laisse une roue sur la route n'est nullement propre à » fixer les idées, ni même à rien apprendre sur ce sujet de véritablement » utile. Car cette trace, dont on ne peut d'ailleurs mesurer la profondeur » avec l'exactitude nécessaire, indique tout au plus l'effet de la roue sur la » surface de la chaussée : elle ne fait point connaître ce qui se passe dans » l'intérieur de cette chaussée, où il se produit cependant (comme on l'a » observé) d'autres effets qui méritent bien d'être pris en considération (1). »

» Ce mode de comparaison des effets destructeurs des routes étant ainsi justifié, et ayant d'ailleurs été déjà approuvé et employé par des Commissions composées d'inspecteurs et d'ingénieurs des ponts et chaussées, il ne nous reste qu'à rendre compte des résultats obtenus par M. Morin.

» Les expériences montrent qu'à chargements égaux, les roues à jantes étroites dégradent plus les routes que celles à jantes larges; mais qu'avec des charges de 5500 kilogrammes et des roues à jantes de plus de $0^{m},12$ de largeur, les avantages n'augmentaient pas d'une manière notable avec la largeur; l'auteur en conclut qu'il n'y a pas d'utilité, pour la conservation

---

(1) *Considérations sur les principes de la police du roulage;* Paris, 1835, p. 126.

des routes, à exiger des jantes de plus de $0^m,12$. Une autre série d'expériences indique qu'avec des chargements proportionnels aux largeurs des jantes, ce sont les jantes larges qui dégradent le plus les routes.

» A chargements égaux et avec même largeur de jantes, les voitures qui ont de petites roues dégradent plus les routes que celles qui en ont de grandes. Des expériences comparatives montrent qu'un même chargement transporté sur quatre voitures comtoises produit moins de dégradations sur les routes que lorsqu'il est porté par un chariot de roulage à quatre roues, et que, dans ce dernier cas, il dégrade moins que lorsqu'il est placé sur une charrette à deux roues; de sorte que la division des fardeaux est avantageuse sous le rapport de la conservation des routes.

» Enfin, les résultats des expériences entreprises pour comparer les effets destructeurs de deux fourgons, dont l'un, suspendu, allait au trot, et dont l'autre, non suspendu, allait au pas, prouvent que l'élasticité de la suspension compense les effets de la vitesse, même quand celle-ci s'élève à 3 lieues et demie par heure.

» Depuis que l'examen du travail de M. Morin est terminé, l'auteur a présenté à l'Académie les résultats de quelques expériences analogues à celles de Coulomb, et de nouvelles recherches entreprises pour vérifier l'exactitude de la loi de la proportionnalité de la résistance à la pression, qu'il avait admise et qui était contestée par des membres de votre Commission, comme étant en contradiction avec des recherches théoriques et expérimentales qu'ils avaient faites antérieurement.

» Il a répété, avec l'appareil de Coulomb et des cylindres roulant sur du sapin du Nord, une partie des expériences qu'il avait exécutées en 1840, sur du peuplier, les bandes ayant $0^m,10$ de largeur, et il en conclut de nouveau la loi de Coulomb, dans les limites étendues du diamètre de $0^m,042$ à celui $0^m,356$. Mais il est à remarquer que les charges employées dans cette série ont rendu le coefficient de résistance à peu près trois fois plus grand qu'en 1840; les résultats, malgré leur peu de régularité, ont donc dû se rapprocher de la loi de résistance en raison inverse des rayons, comme dans tous les cas où les limites de l'élasticité des matériaux étant dépassées, le nerf du bois est détruit sur une certaine épaisseur, la pénétration des rouleaux croît dans un rapport plus fort et augmente l'influence de la grandeur des diamètres et en général celle de l'étendue des surfaces de contact.

» Pour éviter les inconvénients que présente l'appareil de Coulomb, et faire varier plus facilement les pressions, l'auteur a remplacé les rouleaux en bois par un arbre en fer, chargé de disques de plomb en nombre variable, et aux extrémités duquel s'ajustaient des roues en fonte, exactement tournées, et de $0^m,4005$ de diamètre. La pression a varié depuis 90 kilogr. jusqu'à 600 kilogr., et la largeur des bandes en sapin du nord, depuis $0^m,02$ jusqu'à $0^m,08$. Cette fois enfin il conclut que, sur le bois, la résistance au roulement croît plus rapidement que la pression, et d'autant plus que la surface de contact est moins grande. D'après les résultats qu'il a obtenus sur les bandes de différentes largeurs, on pourrait aussi conclure que sur les bandes de $0^m,02$, pour lesquelles les charges ont altéré l'élasticité du bois, la résistance a augmenté dans un rapport plus grand que le carré de la pression; que sur celles de $0^m,04$ la résistance varie exactement dans le rapport de la puissance $\frac{3}{2}$ de la charge, comme l'un de nous l'a trouvé pour le sol ferme placé le long de l'embranchement du canal du Midi à Toulouse; que sur les bandes de $0^m,06$ la résistance croît dans un rapport qui s'éloigne très-peu de cette puissance $\frac{3}{2}$ de la pression; qu'enfin sur celles de $0^m,08$ de largeur, la pression augmente un peu moins rapidement que l'indique cette loi, ou sensiblement comme la puissance $\frac{7}{5}$ de la charge.

» A ces expériences M. Morin en a joint d'autres sur l'impression produite dans les matières très-élastiques, comme le caoutchouc, par des rouleaux de sapin de différents diamètres et de diverses largeurs, mais toujours plus petites que celle de la bande qui était de $0^m,10$, tandis que dans toutes les autres expériences, les bords des rouleaux dépassaient les bandes des deux côtés; de sorte que les parties de la substance qui supportaient directement la charge, étaient soutenues latéralement par les parties voisines, et que, par suite l'influence de l'étendue de la surface de contact, c'est-à-dire celle de la largeur et du diamètre du rouleau, devait être moins considérable. Les profondeurs d'impression ont été entre elles comme la racine quatrième ou la racine cinquième des diamètres, lorsque chacune d'elles a été arrivée à son maximum, ce qui a exigé de douze à vingt-quatre heures; dans les mêmes circonstances elles ont augmenté, mais d'une manière irrégulière, à mesure que la largeur du rouleau a diminué. En faisant varier la charge, l'auteur a trouvé que les profondeurs immédiates d'impression étaient proportionnelles aux pressions, loi qui a aussi été trouvée pour le terrain ferme de Toulouse, dans les expériences citées précédemment, et qu'à toutes les pressions elles augmentaient, quand la largeur du rouleau dimi-

nuait. On aurait pu aussi conclure de l'ensemble des résultats réguliers provenant de toutes les charges et de trois largeurs différentes de rouleaux de même diamètre (la plus grande et les deux plus petites), que les profondeurs d'impression sont à très-peu près en raison inverse de la racine carrée des largeurs.

» Le reste de la dernière Note de M. Morin contient le détail des expériences qu'il a faites sur le choc des corps élastiques; mais comme cette question présente un champ très-vaste à parcourir, et qu'elle n'a pas un rapport tellement direct avec celle du roulage, qu'on ne puisse les traiter séparément, nous nous bornerons à rapporter textuellement les conclusions qu'il a tirées de cette partie de son travail, relativement au choc de deux corps élastiques doués de vitesses de retour à leurs formes primitives inégales.

« 1°. Dans le choc, il y a toujours une perte de force vive ou de travail, » provenant de cette différence des vitesses de retour, abstraction faite de » celle qui peut être due aux mouvements vibratoires;

» 2°. Si des corps de même forme et de même poids, parfaitement élas- » tiques, mais doués de vitesses de retour différentes, choquent un même » corps avec des vitesses égales, ils quitteront le corps choqué avec des » vitesses différentes;

» 3°. Si on laisse tomber de diverses hauteurs sur une surface plane » horizontale des sphères de matière et de poids différents, le rapport de » la hauteur de retour à la hauteur de chute est constant;

» 4°. Quand le corps choqué est sensiblement plus compressible que le » corps choquant, le rapport de la hauteur de retour à la hauteur de chute » ne dépend que de la réaction élastique du corps choqué, et il est dans » les limites des expériences, indépendant de l'élasticité, de la rigidité et de » la masse du corps choquant;

» 5°. A l'inverse, quand c'est le corps choquant qui est le plus compres- » sible, et qui a la vitesse de retour la plus faible, le rapport de la hauteur » de retour à la hauteur de chute est indépendant de la dureté et de l'élas- » ticité du corps choqué. »

Conclusions.

« D'après l'examen circonstancié que nous venons de faire des expériences remarquables que M. Morin a entreprises à diverses époques, nous pensons que quoique ce travail ne l'ait pas conduit à une loi mathématique sur la résistance produite dans le roulement, il ne sera pas moins très-

utile pour la pratique; la manière dont ces expériences ont été exécutées, les nombreux résultats qu'elles ont fournis sur le tirage des voitures, et pour la solution de la question de la police du roulage, ont paru à votre Commission mériter les encouragements et l'approbation de l'Académie; elle proposerait l'impression de ce travail dans le *Recueil des Savants étrangers*, si l'auteur n'avait manifesté l'intention d'en faire l'objet d'une prochaine publication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur le principe général de la Physique; par* M. G. Lamé, professeur à l'École Polytechnique.

(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Cauchy, Regnault, Duhamel.)

« La découverte de l'éther est due à la théorie physique de la lumière; l'idée des ondulations lumineuses, défendue par Euler et Young, a définitivement triomphé par les découvertes d'Arago et de Fresnel; depuis les théories fécondes de ce dernier, les travaux plus récents de MM. Hamilton et Lloyd, Brewster, Babinet, Seebeck, et les recherches mathématiques de MM. Cauchy, Mac-Cullagh, Neumann, il n'est plus possible de mettre en doute l'existence de l'éther. La théorie physique de l'électricité, excitée par la découverte d'Œrstedt et les travaux d'Ampère, conclut aujourd'hui à faire dépendre tous les phénomènes électriques des actions mutuelles de l'éther et de la matière pondérable; et c'est évidemment à cette idée préconçue que sont dues la plupart des découvertes de MM. Becquerel, de la Rive, Faraday, Savary. Enfin la théorie physique de la chaleur, depuis les travaux de MM. Melloni, Forbes, se défendrait vainement contre l'idée des vibrations.

» En résumé, le principe général, vers lequel convergent aujourd'hui les trois théories partielles de la Physique, attribue à l'éther, à sa répulsion propre, et aux actions que la matière pondérable exerce sur lui, tous les phénomènes qui dépendent de ces théories. La propagation des vibrations du fluide éthéré donne la lumière et toutes les radiations. L'accroissement ou la diminution des masses d'éther qui forment les atmosphères des atomes pondérables produit l'électricité et les phénomènes chimiques. Enfin le mouvement vibratoire de ces atmosphères donne la chaleur.

» Ce principe résume à lui seul toutes les hypothèses élaborées par les

savants qui s'occupent des diverses parties de la physique; il embrasse et explique suffisamment les phénomènes de toutes les classes. Cette généralité ne démontre pas sans doute son existence réelle, mais elle lui donne au moins autant de certitude qu'aux idées-mères des découvertes modernes, puisque ces idées se trouvent comprises dans l'énoncé complet du principe dont il s'agit. Les conséquences déduites de ce principe se présentent donc avec une probabilité suffisante pour attirer l'attention des savants.

» Une de ces conséquences est l'existence d'une pression exercée par l'éther, sur lui-même, sur tous les corps, et dans l'intérieur de tous les milieux pondérables. La non-manifestation de cette pression résulte de ce qu'il n'existe aucun corps dépourvu d'éther, et de ce que toutes les parties du fluide communiquent librement entre elles, par les couches qui séparent les atomes pondérables dont le contact n'existe nulle part. Cette pression doit surpasser en grandeur la cohésion de tous les solides transparents, car c'est elle qui les maintient, comme la pression atmosphérique maintient les liquides qui se vaporiseraient dans le vide. Mais si l'on n'entrevoit encore aucun genre de baromètre qui puisse faire connaître exactement cette pression, il existe des moyens de constater ses variations; tel est entre autres la mesure du coefficient de dilatation des gaz.

» Si la pression de l'éther est plus grande aujourd'hui qu'à l'époque où M. Gay-Lussac a mesuré, pour la première fois d'une manière exacte, la dilatation des gaz, les deux points fixes du thermomètre ont dû se rapprocher; ce qui explique, d'une manière très-simple, la non-concordance des coefficients mesurés à ces deux époques. En effet, d'après le Mémoire actuel :

» 1°. *La tension de la vapeur d'eau*, mesurée à une température déterminée, *n'est que l'excès de sa force élastique totale sur la pression de l'éther dans le vide;* et si cette pression augmente, la vapeur doit réellement s'élever en température pour que sa tension mesurée reste constante. C'est-à-dire que le point fixe de l'ébullition de l'eau, sous une pression barométrique de $0^m,76$, doit s'élever.

» 2°. La fusion d'un solide a lieu lorsque la résultante des forces répulsives intérieures surpasse un peu la pression de l'éther; c'est-à-dire que *le degré de la fusion d'un solide, sous la pression de l'éther, est analogue à celui de l'ébullition d'un liquide, sous la pression atmosphé-*

rique. Donc, si la pression de l'éther a augmenté, la température de la glace fondante a dû s'élever.

» La variation ascendante du point fixe de la glace fondante doit être beaucoup plus grande que la variation, dans le même sens, du point fixe de l'ébullition. Des expériences de vérification (dans lesquelles j'ai été assisté par M. Cabart) m'ont prouvé que la tension de la vapeur d'eau, à la température de la glace fondante, est encore aujourd'hui de 5^{mm}, comme M. Gay-Lussac l'a trouvée à une époque peu éloignée de celle où il a mesuré le coefficient de dilatation des gaz. On peut donc dire aujourd'hui, comme alors, que la température de la glace fondante est celle où la tension de la vapeur d'eau est de 5^{mm}. Cette concordance prouve que la résultante des forces répulsives dans la glace, et la force élastique de la vapeur d'eau, à la température où la glace fond, conservent une petite différence constante, quelle que soit la variation que cette température puisse éprouver par suite d'un changement dans la pression de l'éther.

» Maintenant, il suffit d'interroger la table des tensions de la vapeur d'eau, pour reconnaître que, si ces tensions représentent des excès sur la pression de l'éther, une augmentation dans cette dernière pression doit élever la température à laquelle la tension mesurée est de 5^{mm}, c'est-à-dire le zéro du thermomètre, d'une quantité soixante-dix à quatre-vingts fois plus grande que la variation correspondante du point de l'ébullition, ou de la température à laquelle la tension mesurée de la vapeur d'eau est de 760^{mm}. Ainsi les deux points fixes du thermomètre ont dû se rapprocher.

» Il y a donc lieu de présumer que la non-concordance du nombre trouvé, il y a vingt-cinq ans, par M. Gay-Lussac, pour exprimer le coefficient de dilatation des gaz, avec celui trouvé dans ces derniers temps par M. Rudberg, et vérifié par M. Regnault, résulte uniquement de variations de cette nature. La différence des deux résultats s'expliquerait en admettant que la pression de l'éther a éprouvé, sur la terre et en un quart de siècle, une augmentation équivalente à une pression de huit à neuf dixièmes de millimètre de hauteur de mercure; faible accroissement, qui suffirait cependant pour rapprocher les deux points fixes du thermomètre de $2\frac{1}{4}$ degrés, pris sur les anciennes divisions; car en divisant la dilatation totale de l'air entre les deux points fixes, obtenue par M. Rudberg, par 97,75 et non par 100, on retombe sur le nombre donné par M. Gay-Lussac. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Blanchet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Sur la fonction principale et sa dérivée de l'ordre n* — 1, Mémoire faisant suite à ses Recherches sur la propagation des mouvements vibratoires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Cabillet** présente un Mémoire qui fait suite à celui qu'il avait présenté en 1840 sur le principe de l'harmonie. Cette seconde partie a pour titre : *Application du monocorde.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle est adjoint M. Duhamel en remplacement de feu M. Savart.)

M. **Baudens** écrit qu'il a découvert un *moyen nouveau pour guérir les épanchements qui se font dans la cavité des membranes séreuses*, « moyen qui consiste dans l'établissement d'une fistule destinée à donner issue au liquide épanché au fur et à mesure qu'il se forme. »

« Cette fistule, dit M. Baudens, je l'ai déjà établie plus de cinquante fois au scrotum pour donner issue à la sérosité qui constitue l'hydrocèle. Je n'ai eu qu'une seule récidive, et cette récidive tenait au volume énorme de la tumeur. Traitée une deuxième fois, par le même procédé, lorsque son diamètre était moins considérable, l'hydrocèle n'a pas reparu. Deux fois j'ai établi une fistule sur la paroi du ventre, pour vider peu à peu le liquide qui constituait l'hydropisie, et deux fois j'ai réussi.

» J'avais eu occasion d'observer en Afrique quelques cas de guérisons spontanées d'hydropisies thoraciques et abdominales, et dans ces cas la nature s'était fait jour en établissant une fistule, soit à la paroi du thorax, soit au pourtour de l'ombilic. C'est aussi dans la région de l'ombilic que j'établis une fistule, afin d'imiter la marche tracée par la nature ; le lieu d'élection est situé sur la ligne blanche au-dessus et le plus près possible de la cicatrice ombilicale.

» L'instrument destiné à faire la fistule se compose d'une espèce de petit trocart en forme de croissant, et dont la canule est percée d'une ouverture à sa partie moyenne. Introduit doucement, immédiatement au-dessus de l'ombilic et sur la ligne blanche, l'instrument pénètre dans la collection séreuse

et ressort à trois ou quatre centimètres au-dessus sur la ligne blanche. On retire la tige; le liquide s'écoule par l'ouverture pratiquée au centre de la canule : quand il en est sorti deux litres, on ferme la canule, en ayant soin de la laisser en place. Le lendemain et les jours suivants on vide graduellement la cavité abdominale. Au bout de quelques jours, la sérosité s'échappe sur les côtés de la canule, les fistules sont établies, et dès ce moment on retire ce conducteur. Le liquide continue à couler au fur et à mesure qu'il est sécrété. Au bout de quelques mois les fistules se ferment et l'hydropisie ne reparaît plus. On conçoit, au reste, que ce traitement n'a de chances de guérison qu'autant que l'hydropisie n'est pas entretenue par des désordres organiques irrémédiables. »

Cette Note est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Serres, Roux et Breschet.

M. Bezanger, qui avait adressé précédemment une Note sur la fabrication d'une *encre indélébile* composée conformément aux indications de la Commission des encres, annonce qu'il a fait depuis subir à son procédé une modification importante. Au lieu d'employer, comme par le passé, l'encre de Chine, qui n'est pas toujours identique et dont le prix est assez élevé, il en introduit directement les éléments dans la formation de son encre.

La Note de M. Bezanger, et un échantillon de l'encre fabriquée conformément à son nouveau procédé, sont renvoyés à l'examen de la Commission des encres de sûreté.

M. Fromental Blot adresse des figures destinées à être jointes à une Note précédemment présentée sur une *charrue à trois socs*. M. Fromental Blot, qui habite aujourd'hui Paris, annonce qu'il sera à la disposition de la Commission pour faire en sa présence l'essai de la nouvelle charrue, dès que la saison le permettra.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Gobert, qui avait soumis précédemment au jugement de l'Académie les modèles de deux appareils destinés, l'un à empêcher les piétons d'être écrasés par les roues de voitures, l'autre à prévenir les accidents qui résultent de la chute du cheval placé entre les brancards, écrit aujourd'hui

qu'il a fait exécuter en grand ces appareils, et qu'il est prêt à en faire l'essai en présence des Commissaires qui lui ont été désignés.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Menotti**, inventeur d'un savon dont la solution rend les étoffes imperméables à l'eau, sans qu'elles cessent d'être perméables à l'air, demande que cette invention, qui a été l'objet d'un Rapport favorable fait à l'Académie dans sa séance du 17 janvier 1840, soit admise à concourir pour le prix concernant les arts insalubres.

(Renvoi à la future Commission.)

M. **Fidrit** offre de soumettre à l'inspection de l'Académie un prétendu monstre marin, apporté de Madras en France en 1829.

MM. *Larrey* et *Isidore Geoffroy* sont invités à se mettre en rapport avec M. Fidrit, et à faire savoir à l'Académie si cette pièce mérite son attention.

CORRESPONDANCE.

MM. les **Ministres des Finances**, de la **Marine** et du **Commerce**, adressent, chacun en particulier, des remercîments à l'Académie, pour la communication qui leur a été faite, par son ordre, du *Rapport sur les nouveaux procédés introduits dans l'art du doreur par* MM. **Elkington** *et* **de Ruolz**.

M. le **Ministre de l'Intérieur** annonce à l'Académie qu'il lui destine un buste en marbre de feu M. **Savary**, buste dont l'exécution a été confiée à M. *Venot*.

ÉCONOMIE AGRICOLE. — *Riz qui se cultive à sec dans la Mongolie.* — Extrait d'une Lettre de M. **Stanislas Julien**.

« M. l'abbé **Gabet**, missionnaire lazariste français, que j'ai eu l'honneur de compter, il y a quelques années, au nombre de mes disciples, et qui réside maintenant près de *Jéhol* (dans la partie de la Mongolie qui a été réunie à la province de *Tchi-li*), a pensé qu'il serait important de posséder en France une espèce de riz qui se cultive dans des terres également

propres au froment, sans avoir besoin d'irrigation naturelle ou artificielle. M. Gabet a envoyé une petite caisse de ce riz à M. l'abbé Étienne, procureur-général de la Congrégation de Saint-Lazare, qui a bien voulu le mettre à ma disposition, en m'autorisant à en offrir des échantillons aux sociétés d'Agriculture les mieux placées pour le répandre en France.

» Il est regrettable que M. l'abbé Gabet ne nous ait point fait connaître la nature du climat où croît ce riz et surtout la manière de le cultiver. Pour suppléer à son silence, j'ai parcouru tout le *Traité du Riz*, dans l'*Encyclopédie impériale d'Agriculture chinoise*, et j'en ai extrait les détails que je donne ici sur cette espèce de *riz sec*, qui paraît originaire de Cochinchine.

Détails sur le riz sec, *tirés des livres chinois.*

» On lit ce qui suit dans l'*Encyclopédie d'Agriculture, Cheou-chi-thong-kao* (liv. 20, fol. 5) : « Dans les provinces de *Kiang-nan* et de *Tche-* » *kiang*, on cultive une espèce de riz dont le grain est petit, qui supporte » la sécheresse et mûrit plus tôt que le riz ordinaire. Les gens du pays l'ap- » pellent *Tchen-tching-tao*, ou riz du royaume de *Tsiampa* (qui fait partie » de la Cochinchine). On rapporte que ce fût du royaume de *Tchen-tching* » (*Tsiampa*) qu'on obtint les premières semences de ce riz. Jadis l'empe- » reur *Tching-tsong* (qui monta sur le trône l'an 995 de notre ère), » ayant appris que ce riz supportait la sécheresse, en envoya chercher des » semences, et fit donner en échange des objets précieux. Il le fit semer » d'abord dans le parc situé derrière son palais. Quelque temps après, on le » cultiva dans tout l'empire. »

« Dans la 5ᵉ année de la période *Ta-tchong-tsiang-fou* (en 1012), l'em- » pereur envoya chercher du riz de *Tsiampa* (de Cochinchine), dans la » province de *Fo-kien*, et en fit distribuer 300 000 boisseaux (liv. 20, » fol. 9), dans les provinces de *Kiang-nan* et de *Tche-kiang*; il publia » aussi la manière de le cultiver, et ordonna de le semer sur les plateaux » élevés. »

» *Même ouvrage*, liv. 20, fol. 8. — « Il y a plusieurs espèces de riz, dési- » gnées par le mot *Sien*, qui arrivent en maturité en 60 jours, en 80 jours, en » 100 jours; on les récolte tantôt dans le 7ᵉ mois (août), tantôt dans le 8ᵉ mois » (septembre); elles proviennent toutes de *Tsiampa* (ou de Cochinchine). » Elles réussissent parfaitement dans les terrains secs. »

» *Ibidem*. — « Aujourd'hui, on possède le riz de Cochinchine dans la pro- » vince du *Fo-kien*. Il convient de le semer dans les lieux élevés. On l'appelle

» *Han-tchen*, c'est-à-dire, *riz de Cochinchine, qui vient dans les lieux secs.*
» Son grain est gros et il est d'un goût agréable ; c'est la meilleure espèce
» des *riz secs*. Il est avantageux de le cultiver dans les contrées du nord, où
» les sources d'eau sont très-rares, ainsi que dans les terres humides.

» *Ibidem*, liv. 22, fol. 10. — « Le riz de Cochinchine supporte la sécheresse ; on en distingue trois sortes : 1° le riz sec à balle blanche ; 2° à balle tachetée ; 3° à balle rouge. Il mûrit cinquante jours après avoir été semé. On le cultive surtout dans les terrains dépourvus d'eau, ou desséchés par la chaleur du climat. »

Culture du riz sec.

« *Ibidem*, liv. 20, fol. 10. — « En général, le riz sec se sème et se cultive, de la même manière que le froment. Quand on a fini de préparer la terre on le fait tremper pendant une nuit, ensuite on le sème, et on l'arrose avec de l'eau mêlée de cendre de riz ; puis on le sarcle à trois époques différentes, et chaque fois on l'humecte avec de l'eau de fumier. »

« M. **Lacroix** rappelle qu'avant la fin du siècle dernier, Cossigny, ingénieur à l'Ile de France, avait relevé les avantages de la culture du *riz sec*. »

« Prenant ensuite la parole, M. **de Mirbel** est remonté jusqu'à Poivre, intendant des Iles de France et de Bourbon, qui, vers 1750, apporta dans ces îles, des semences du riz sec. Abandonnée à la maladresse des esclaves, cette tentative n'eut aucun succès. (*OEuvres complètes de Poivre ;* Paris, 1797, page 146 et suivantes.)

» Pour apprécier jusqu'à quel point l'épithète de *sec* peut convenir à ce riz, *voyez* l'article Riz dans le *Dictionnaire des Sciences naturelles*. »

« M. **Adolphe Brongniart** fait remarquer que si ce riz est réellement originaire de la Tartarie chinoise, ou des parties septentrionales et froides de la Chine, comme on l'annonce, il aurait en effet de l'intérêt et différerait des autres riz secs, ou riz de montagne, dont il a été plusieurs fois question depuis quelques années, et qui étaient généralement originaires de la Cochinchine ou des contrées voisines, c'est-à-dire de pays fort chauds, dans lesquels les pluies abondantes et régulières, qui règnent à une époque déterminée de l'année, paraissent pouvoir remplacer l'inondation à la-

quelle on soumet habituellement le riz pendant une partie de sa culture. Il serait donc important d'avoir des renseignements précis sur l'origine et sur la culture de cette variété de riz, et de la soumettre à des essais de culture en France. »

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES. — *Sur un certain emploi que faisaient les Romains, dès le* IIe *ou le* IIIe *siècle de notre ère, des valeurs de position pour l'expression des nombres.* — Extrait d'une Lettre de M. VINCENT.

« Un des points les plus importants à déterminer pour l'histoire de notre numération, est l'époque où l'Occident a commencé à faire usage de ce que l'on nomme les *valeurs de position* dans les signes représentatifs des unités des différents ordres. Or, un document que je vais citer, et qui n'avait pas jusqu'ici attiré l'attention des savants, me semble démontrer, avec évidence, que les Romains étaient, dès le second ou troisième siècle de notre ère, en possession de cet ingénieux procédé. Ce passage me paraît d'autant plus remarquable, que l'ouvrage dont il fait partie se trouvant d'ailleurs infecté de toutes les superstitions orientales, la mention exclusive faite ici des Romains conduit à penser, contrairement aux idées généralement accréditées, que les Romains étaient arrivés d'eux-mêmes à la connaissance du procédé dont il est ici question.

» Voici ce passage, traduit des *Cestes* ou *Broderies* de Julius l'Africain (*Veteres mathematici,* p. 315, col. 1re), auteur qui vivait sous Héliogabale et Alexandre Sévère.

« Les Romains, dit l'auteur, ont encore une invention que je ne puis » trop admirer, pour représenter tous les nombres qu'ils veulent, au moyen » des feux. Pour cela, voici comment ils s'y prennent. Ils commencent par » déterminer des emplacements commodes pour l'emploi des feux, en » fixant un lieu sur la droite, un autre sur la gauche, et un autre dans » le milieu; et ils distribuent à chacune des places les divers nombres élé» mentaires qui devront y être représentés, assignant au côté gauche » les nombres compris depuis 1 jusqu'à 9, au milieu les nombres com» pris depuis 10 jusqu'à 90, enfin ceux compris entre 100 et 900, au côté » droit.

» Ainsi, lorsqu'ils veulent désigner le nombre 1, ils produisent du côté » gauche *une* flamme unique; ils en produisent *deux* quand ils veulent » désigner le nombre 2, *trois* pour le nombre 3; et ainsi de suite. Mais » lorsqu'ils veulent désigner le nombre 10, alors ils allument *une* fois sur

» la place du milieu [deux fois pour le nombre 20], trois fois pour le
» nombre 30, et ainsi de suite. De même, lorsqu'ils veulent signifier le
» nombre 100, ils allument *une* seule flamme à droite, *deux* pour le
» nombre 200, *trois* pour 300; et de même pour tous les autres cas.

» Or, dans ce moyen de représentation par *éléments*, on évite l'emploi
» des grands nombres; car pour signaler le nombre 100, on n'allume pas
» les feux 100 fois, mais seulement une fois sur la droite, ainsi que je l'ai
» expliqué précédemment : cela résulte des conventions mutuelles entre
» ceux qui font les signaux et ceux qui les reçoivent, etc., etc. » . . . . .
. . . .

» Le moyen indiqué par l'auteur paraît au premier abord ne s'appliquer qu'aux nombres inférieurs à *mille;* mais il faut observer que les lettres alphabétiques, employées comme chiffres, allaient aussi jusque-là seulement; et l'on recommençait alors un nouvel alphabet, placé lui-même dans l'écriture à la suite du premier. Le moyen indiqué s'étendait donc de lui-même à tous les nombres possibles. »

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés, l'un par M. **Polidore Flahaut**, l'autre par M. l'abbé **Matalène**.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente, par l'organe de M. de Silvestre, la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein par suite du décès de M. *V. Audouin :*

1°. M. Payen;
2°. MM. Decaisne et Huzard (*ex æquo*);
3°. M. Vilmorin;
4°. M. Leclerc-Thouin.

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la séance prochaine. MM. les Membres en seront prévenus par billets à domicile.

La séance est levée à cinq heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1841, nos 25 et 26, in-4°.

Vie d'un bienfaiteur du peuple, A.-J. de la Rochefoucauld, duc de Doudeauville; par M. le baron CH. DUPIN; broch. in-32.

Carte de France publiée par le Ministre de la Guerre; 6e livraison, grand aigle.

Voyage dans l'Inde; par M. V. JACQUEMONT; 37e livraison; in-4°.

Mémoire descriptif de la route de Téhéran à Méched et de Méched à Jezd, reconnue en 1807 *par* M. TRUILHIER; *suivi d'un Mémoire de* M. DAUSSY; Paris 1841; in-8°.

Annales des Sciences naturelles; tome XVI; novembre et décembre 1841; in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France; tome XII; feuilles 28 à 31; in-8°.

Œuvres complètes de John Hunter, traduites de l'anglais par M. RICHELOT; 15e livraison, in-8°, avec atlas in-4°.

Deuxième Mémoire sur la possibilité d'établir un Anus artificiel dans les régions lombaires sans ouvrir le péritoine; par M. AMUSSAT; in-8°. (Extrait de l'*Examinateur médical.*)

Esquisse historique du service de santé militaire en général, et spécialement du service chirurgical depuis l'établissement des hôpitaux militaires en France; par M. GAMA; Paris, 1841; in-8°.

La médecine des Passions; par M. DESCURET; in-8°.

Nouvelles instructions sur l'usage du Daguerréotype. — Description d'un nouveau Photographe et d'un Appareil très-simple destiné à la reproduction des épreuves au moyen de la Galvanoplastie; par M. CH. CHEVALIER; *suivie d'un Mémoire sur l'application du Brome;* Paris, 1841; in-8°.

Considérations sur l'établissement d'une nouvelle volière au Jardin du Roi; par M. A. DECLÉMY; in-8°.

Observations et réflexions sur les Anévrismes de la partie ascendante et de la crosse de l'Aorte; par M. DUBREUIL; Montpellier, in-8°.

Observations sur l'épuration et la désinfection des huiles de poisson, par MM. GIRARDIN et PREISSER; *et expériences chimico-judiciaires faites par* MM. GIRARDIN et MORIN, en octobre 1840; Rouen, 1841; in-8°.

Aperçu sur le savon hydrofuge Menotti; broch. in-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; par M. CHERBULIEZ; décembre 1841, in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; décembre 1841; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; décembre 1841; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; janvier 1842; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; décembre 1841, in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1841, in-8°.

The microscopic... *Journal microscopique, ou Recueil mensuel des faits relatifs à la science microscopique; publié par* M. DANIEL COOPER; vol. 1, part. 2; Londres, 1841; in-8°.

Conchologia... *Conchyliologie systématique, comprenant aussi la description et la classification des Lépas et des Mollusques à coquilles; par* M. LOWEL RIVÈS, part. 3; Londres, in-4°.

Gazette médicale de Paris; t. IX, n° 52; et tome X, n° 1.

Gazette des Hôpitaux; tome III, n° 152 à 156; et tome IV, n° 1.

L'Écho du Monde savant; n° 689 à 691.

L'Expérience, journal de Médecine; n°s 234 et 235.

L'Examinateur médical; n° 27.

Le Magnétophile; 19 et 26 décembre 1841; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES.

9 heures du matin.			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel à midi.	Vents à midi.
Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
743,36	+10,5		742,92	+11,6		742,08	+12,4		744,55	+ 9,4		+12,9	+ 9,2	Pluie continuelle	S. S. E.
747,57	+ 7,8		747,41	+10,8		746,03	+11,2		741,80	+ 8,4		+11,8	+ 6,2	Nuageux	S. S. O.
737,04	+11,6		739,15	+12,2		741,73	+11,1		745,16	+ 7,5		+13,0	+ 8,1	Pluie	S. S. O.
745,96	+ 6,7		746,76	+ 9,5		748,54	+ 8,4		752,83	+ 9,4		+10,0	+ 5,8	Beau	S. O.
759,98	+ 7,4		760,54	+10,2		760,60	+10,1		761,83	+ 8,6		+11,0	+ 6,0	Beau	O.
759,38	+ 8,2		757,25	+10,0		753,62	+10,1		753,43	+ 7,9		+10,2	+ 6,6	Couvert	S. O.
756,78	+ 6,0		756,86	+ 7,7		757,12	+ 6,8		757,58	+ 4,7		+ 8,0	+ 4,9	Pluie	O.
749,85	+ 9,0		747,40	+ 9,8		745,00	+10,5		745,31	+ 8,8		+11,3	+ 6,0	Pluie	S. O.
753,46	+ 7,3		755,92	+ 7,3		756,59	+ 7,5		756,76	+ 5,4		+ 7,9	+ 6,8	Nuageux	N. N. O.
748,12	+ 9,6		746,95	+12,2		745,68	+13,1		749,23	+ 9,5		+13,0	+ 4,0	Couvert	O. S. O.
757,23	+ 4,8		757,90	+ 8,0		758,06	+ 7,8		759,21	+ 6,0		+ 8,0	+ 4,1	Voilé	O.
757,23	+ 5,6		755,27	+ 7,4		753,30	+ 9,0		752,57	+11,0		+11,0	+ 3,4	Couvert	S. O.
750,40	+10,3		749,07	+10,5		746,55	+10,7		745,61	+ 8,9		+10,9	+ 9,3	Couvert	S. S. O.
747,27	+ 7,0		749,56	+ 7,8		752,10	+ 7,3		757,46	+ 4,7		+ 8,4	+ 6,0	Couvert	O. N. O.
761,39	+ 4,2		760,63	+ 7,1		759,44	+ 5,4		755,87	+ 4,5		+ 7,0	+ 3,3	Beau	O.
748,94	+ 5,3		747,15	+ 6,2		745,25	+ 6,2		744,09	+ 5,7		+ 6,8	+ 3,5	Pluie	S. S. O. viol.
745,88	+ 3,4		746,30	+ 4,6		747,00	+ 5,9		748,56	+ 2,0		+ 6,0	+ 2,0	Nuageux	O.
746,90	— 0,3		746,07	— 0,3		744,82	— 0,8		742,78	— 1,9		— 0,2	— 1,3	Couvert	S. E.
739,10	— 2,4		738,30	— 1,3		736,63	— 0,1		735,23	+ 0,5		+ 0,9	— 3,0	Couvert	E. S. E.
738,56	+ 3,0		738,78	+ 4,1		738,51	+ 4,3		739,79	+ 2,9		+ 4,2	+ 0,8	Brouillard épais	S. E.
746,59	+ 2,2		748,02	+ 2,3		749,42	+ 2,4		751,98	+ 1,1		+ 2,6	+ 1,1	Couvert	N.
753,59	+ 2,5		754,38	+ 4,2		754,66	+ 5,0		755,98	+ 5,1		+ 5,4	+ 0,1	Pluie	O. S. O.
758,39	+ 5,5		758,06	+ 7,7		758,23	+ 7,2		757,74	+ 6,6		+ 7,5	+ 3,9	Quelques éclaircies	S. O.
761,68	+ 5,6		762,07	+ 8,0		761,97	+ 7,8		761,52	+ 6,4		+ 8,0	+ 4,8	Couvert	S. O.
757,28	+ 8,1		754,69	+10,3		752,14	+ 9,7		750,47	+ 6,4		+10,7	+ 5,3	Couvert	S. O.
750,93	+ 3,2		751,91	+ 4,0		752,82	+ 5,2		755,33	+ 2,3		+ 5,0	+ 2,7	Couvert	N. O.
759,72	+ 1,4		760,00	+ 3,8		760,27	+ 5,2		761,47	+ 1,8		+ 5,1	+ 0,3	Nuageux	N. N. E.
761,87	— 0,4		761,16	+ 0,9		759,48	+ 2,2		759,89	+ 3,8		+ 3,8	— 1,2	Couvert	S.
760,29	+ 2,4		759,96	+ 4,7		758,92	+ 4,9		758,27	+ 3,0		+ 5,3	+ 1,3	Couvert	O.
759,51	+ 1,5		759,24	+ 2,0		759,96	+ 2,7		761,75	+ 0,9		+ 3,0	+ 0,8	Très-nuageux	E. N. E.
763,64	— 1,6		763,81	— 1,5		763,85	— 1,2		764,17	— 1,7		— 1,2	— 2,5	Couvert	N.
750,15	+ 8,4		750,12	+10,1		749,70	+10,1		750,85	+ 8,0		+10,9	+ 6,4	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
749,29	+ 4,1		748,90	+ 5,7		748,17	+ 5,6		748,12	+ 4,4		+ 6,3	+ 2,8	... Moy. du 11 au 20	Cour. 7,113
757,59	+ 2,8		757,57	+ 4,2		757,43	+ 4,7		758,05	+ 3,3		+ 5,0	+ 1,5	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 6,363
752,34	+ 5,1		752,20	+ 6,7		751,77	+ 6,8		752,01	+ 5,2		+ 7,4	+ 3,6	.... Moyennes du mois.... + 5,5	

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE OPTIQUE. — *Examen optique d'une substance ayant l'apparence de la manne naturelle, et introduite comme telle dans le commerce pour les usages médicaux; par* M. **Biot**.

« M. Pelouze avait déjà étudié cette substance par les épreuves chimiques, et il en a fait le sujet d'une Note qu'il a communiquée récemment à la Société de Pharmacie. Il n'y a pas trouvé de mannite, mais seulement un sucre fermentescible qui la constitue en totalité, et lui donne l'aspect d'un sucre d'amidon. Notre confrère a désiré que je l'étudiasse également par les procédés optiques; et je me suis empressé de le faire. On va voir comment ces procédés confirment les indications chimiques, et ce qu'ils y ajoutent de caractères nouveaux.

» Je l'ai observée comparativement avec des échantillons de manne naturelle en larmes, tels qu'on les obtient dans le midi de l'Europe, par la sécrétion de diverses espèces de fraxinus. Ils m'ont été procurés par M. Pelletier et Boyveau comme étant d'une provenance bien certaine. J'ai formé, à froid, de cette manne et de la substance inconnue, deux solutions

aqueuses, ayant des proportions pondérales presque égales, que j'ai déterminées très-exactement. Je les ai ensuite filtrées à travers des filtres pesés, pour avoir le poids net des quantités dissoutes, séparées des petites impuretés qui s'y trouvaient mêlées; puis j'ai mesuré les densités des deux solutions dans cet état, et j'ai examiné leur action sur les rayons polarisés.

» J'avais depuis longtemps reconnu que la mannite pure n'exerce aucun pouvoir rotatoire appréciable. Mais les chimistes ont constaté que la manne naturelle du frêne contient, outre la mannite, une certaine quantité de sucre fermentescible, qui devait manifester ici son action : c'est en effet ce qui est arrivé. La solution de manne a imprimé au plan de polarisation une déviation dirigée vers la droite de l'observateur. En y ajoutant une petite proportion d'acide hydrochlorique pur, mesurée en volume, cette déviation, observée de nouveau à épaisseur égale, a conservé son sens primitif; et son intensité s'est seulement affaiblie dans le rapport de la dilution. Ces caractères de direction, et de persistance sous l'influence des acides, assimilent le sucre fermentescible de la manne du frêne aux matières saccharines dans lesquelles les fécules se transforment sous l'influence des acides, et des organes végétaux; matières que les chimistes comprennent sous la dénomination commune de sucre d'amidon, quoiqu'il en existe de constitutions moléculaires très-différentes entre elles. M. Berzélius dit que la manne du frêne contient aussi une petite quantité de sucre de canne. Je n'ai trouvé aucune trace de ce sucre dans les échantillons que j'ai étudiés : il s'y serait manifesté immédiatement par son inversion sous l'influence des acides, ce qui aurait diminué la déviation totale. J'y soupçonnerais plutôt une extrêmement petite proportion de matière gommeuse ayant primitivement un pouvoir dirigé vers la gauche, qui passerait à droite sous l'influence des acides, comme celui de la gomme arabique ordinaire. Mais il faudrait des expériences très-délicates pour constater indubitablement de si faibles traces d'un mélange pareil.

» La solution de la substance inconnue, étant observée de la même manière, a exercé aussi une déviation vers la droite, mais beaucoup plus forte, et pareillement persistante sous l'influence des acides. Le sucre fermentescible qui la produisait devant, d'après les expériences de M. Pelouze, composer la totalité ou la presque totalité du poids employé, j'ai pu déterminer son pouvoir rotatoire spécifique, et je l'ai trouvé plus fort que celui du sucre de cannes, dans le rapport de 9 à 8. Ce sucre est ainsi analogue à ceux que l'on forme avec la fécule par l'action des acides, lorsqu'on

arrête cette action à la première phase de la transformation; ou encore, lorsque l'on transforme la fécule en sucre dans l'autoclave, par l'influence de quelques millièmes d'acide oxalique aidés de la pression et d'une température élevée, comme l'a fait M. Jacquelin : car les sucres ainsi formés sont constitués tout autrement que le sucre de fécule ordinaire, qui s'obtient par l'action prolongée de l'acide sulfurique et de la chaleur, sous la pression atmosphérique habituelle. Si je ne mentionne pas celui que l'on développe par la diastase, c'est que je n'ai jamais eu l'occasion d'observer ce dernier isolé, et à l'état solide.

» Il résulte donc de ces épreuves que la substance proposée diffère essentiellement de la manne naturelle du frêne, comme M. Pelouze l'avait déjà reconnu en constatant qu'elle ne contient pas de mannite. On ne peut cependant pas affirmer, d'après cette seule différence, qu'elle soit un produit de l'art. Car un chimiste très-exercé à analyser des produits végétaux, M. Bonastre, a annoncé que l'espèce de manne appelée *manne de Briançon*, qui est un produit du *Pinus larix*, ne contient pas non plus de mannite, mais seulement un sucre fermentescible et solidifiable, qu'il a isolé. On ne peut pas davantage assurer, sans en avoir fait l'expérience, que la substance dont il s'agit serait dépourvue de propriétés laxatives. Car les médecins, ainsi que les chimistes, ne s'accordent pas sur la désignation du principe qui exerce ce genre d'action dans la manne naturelle; les uns reconnaissant ce pouvoir à la mannite pure, les autres le lui refusant (1). Toutefois le pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu, M. Bouchardat, m'a assuré comme un fait certain, que la mannite, essayée dans le service de M. Magendie, avait été reconnue laxative comme la manne totale, quoique peut-être à un degré différent; mais il a aussi ajouté que l'ensemble des substances complémentaires de la manne, essayées de même, se sont trouvées l'être également et à peu près au même degré. Il serait donc fort possible que la substance dé-

(1) M. Berzélius, dans son *Traité de Chimie* (t. V, p. 254 de la traduction française), appelle la mannite *sucre de manne*, ce qui semble une dénomination impropre, puisqu'elle n'est pas fermentescible. Il croit qu'elle ne contribue en rien aux propriétés laxatives de la manne naturelle. L'auteur de l'article *Mannite* dans le *Dictionnaire des Sciences médicales*, lui refuse aussi ce genre d'action encore plus positivement. M. Soubeiran, au contraire, dans son *Traité de Pharmacie*, t. Ier, p. 640, affirme que la mannite est le principe purgatif de la manne. Enfin, suivant la Note que M. Bouchardat m'a communiquée, la mannite, ainsi que la portion complémentaire de la manne, seraient l'une et l'autre laxatives à peu près au même degré : il serait à désirer que l'on fît disparaître ces discordances.

pourvue de mannite, étudiée par M. Pelouze et par moi, possédât des propriétés pareilles; et il y aurait de l'intérêt à en faire l'épreuve, qui serait d'ailleurs sans aucun danger. Car, soit qu'elle résulte d'une sécrétion naturelle ou d'une opération chimique, elle fournirait peut-être ainsi immédiatement, comme à peu de frais, un médicament qu'on va chercher aujourd'hui à de grandes distances, pour l'obtenir sans plus d'efficacité. »

PHYSIQUE. — *Sur un moyen nouveau de faire varier, à volonté, la sensibilité des galvanomètres astatiques, et de les rendre aussi parfaits que le comporte la nature des métaux employés dans leur construction; par* M. **Melloni.**

« Pendant mon dernier séjour à Paris, je fis construire par différents fabricants de cette capitale, plusieurs galvanomètres multiplicateurs à deux aiguilles, d'après la méthode de Nobili. Ces instruments sont, à mon avis, d'un transport tout aussi difficile que les baromètres, qui ne manquent jamais de se briser, quelle qu'en soit la façon, toutes les fois que vous les confiez en voyage à des mains mercenaires. Aussi, malgré l'assurance contraire des personnes chargées d'expédier mes galvanomètres à Naples, je ne fus nullement surpris de trouver, à mon arrivée, la sensibilité de mes systèmes d'aiguilles tout à fait perdue. Généralement, les montures étaient bien conservées : voilà l'important pour moi; car je comptais sur *mon adresse* pour redonner aux systèmes leur astaticité primitive. C'est bien le cas de dire que j'*avais compté sans mon hôte,* car la main se montra on ne peut plus maladroite dans mes efforts pour remettre en équilibre les deux forces magnétiques: la désaimantation de l'aiguille plus intense réussissait d'abord jusqu'à un certain point; puis je dépassais le but; la différence se reproduisait en sens contraire, et presque toujours renforcée. Enfin, après plusieurs jours d'essais et de patience, je tombai, par hasard sans doute, sur une combinaison si parfaite que les aiguilles se plaçaient perpendiculairement aux fils métalliques en faisant circuler le moindre courant dans les replis du galvanomètre, en sorte qu'il n'y avait plus moyen de distinguer un courant fort d'un courant faible. Voilà donc mon instrument devenu défectueux par excès de sensibilité. Fallait-il le réduire en touchant au magnétisme des aiguilles? C'était vouloir s'exposer de nouveau à toutes les mauvaises chances encourues : je laissai donc au système astatique toute sa mobilité, en me réservant de modérer par d'autres moyens la sensibilité excessive du galvanomètre sous l'action des forces électro-dynamiques.

D'abord, je commençai par interposer des obstacles sur la route du fluide électrique. J'allongeai graduellement le circuit extérieur : j'y ajoutai successivement diverses alternatives de conducteurs hétérogènes : le but de diminuer, à un degré quelconque, l'effet trop prononcé des courants fut bientôt atteint. L'instrument conservait toutefois des imperfections très-marquées : premièrement les oscillations des aiguilles abandonnées à l'influence du magnétisme terrestre se faisaient avec tant de lenteur, qu'il fallait une patience à toute épreuve pour placer exactement l'index sur le zéro du cadran : en second lieu, la position d'équilibre des aiguilles changeait à chaque instant, soit par l'influence des variations hygrométriques sur la torsion du fil de suspension, soit par les variations photométriques et calorifiques agissant avec une intensité différente sur l'aiguille découverte, et sur celle qui est abritée par le châssis.

» Je repris alors la question, et je ne tardai pas à m'apercevoir de la fausse route que j'avais suivie. En effet, il est indubitable que la trop grande sensibilité de l'instrument provient d'un *excès de force* lorsque le courant circule dans le galvanomètre; mais le courant cessé, il est tout aussi évident que la grande lenteur des oscillations du système dérive d'un *excès de faiblesse* dans l'action qui le rappelle au zéro : en mettant des entraves à la marche du fluide électrique, on corrige sans aucun doute le premier défaut, mais on laisse le second dans le même état. Pour bien faire, il faudrait donc augmenter légèrement la force directrice du système astatique livré à lui-même, et diminuer en même temps l'action trop vive du courant électrique : de plus il faudrait atteindre ces deux buts sans toucher au système astatique, dont la grande perfection est si difficile à obtenir, et si facile à perdre, comme nous le faisions remarquer tantôt. Cette courte analyse me mit sur la voie de la véritable solution du problème.

» Imaginons un barreau aimanté horizontal, dont l'axe soit placé dans le même azimut où un système d'une grande astaticité se tient immobile, et précisément sur la direction de la ligne intermédiaire entre les deux aiguilles : le barreau se trouvera également éloigné des pôles conjugués, et le système astatique sollicité par deux forces égales et opposées conservera son état de repos. Supposons maintenant que le barreau, toujours dans le plan des aiguilles, soit hors de la ligne mitoyenne, en sorte que son extrémité antérieure se trouve plus rapprochée de l'aiguille aimantée en sens contraire : l'équilibre magnétique sera aussitôt troublé, le système plus fortement attiré vers le zéro, et ses oscillations accélérées. Or comme on peut rapprocher ou éloigner le barreau avec une lenteur extrême et l'arrêter dans une position

quelconque, rien ne sera plus aisé que de communiquer tout juste aux aiguilles le surcroît de vitesse convenable : alors le système attiré plus fortement vers le zéro du cadran deviendra évidemment moins sensible à l'action des courants électriques et aux vicissitudes de l'atmosphère.

» L'application de cette méthode réussit à merveille; et mon galvanomètre, corrigé de sa trop grande excitabilité, de la lenteur des oscillations, et des incertitudes du zéro, conserva une dose suffisante de sensibilité, et acquit toutes les qualités requises dans ces sortes d'instruments.

» Ne serait-il pas possible maintenant, de résoudre, au moyen d'un artifice analogue, la question inverse? Ne pourrait-on pas obtenir, en d'autres termes, la compensation d'un couple d'aiguilles à forces magnétiques trop inégales par l'action extérieure d'un barreau aimanté? Après ce qui précède, la question ne saurait être douteuse.

» Supposons en effet un galvanomètre à système astatique mal compensé, et oscillant par cela même avec une trop grande vitesse autour de sa position d'équilibre. Pour rendre l'instrument plus sensible il suffira de placer extérieurement un barreau compensateur, en sorte que son action sur l'un des pôles homologues du système soit prédominante, ce qui communiquera nécessairement à la partie mobile une répulsion plus ou moins grande, et diminuera d'autant l'intensité de la force qui le rappelle au zéro.

» Impatient de vérifier ma déduction par l'expérience, j'ôtai du magnétisme à l'une des aiguilles d'un bon galvanomètre, qui fut réduit par ce moyen à cinq ou six oscillations par minute : un courant thermo-électrique d'un couple cuivre et bismuth excité par la chaleur de la main, et transmis par un long fil de fer, ne produisait plus sur ce galvanomètre que 2 degrés de déviation. J'interrompis le circuit, j'attendis que le système abandonné à lui-même se plaçât exactement sur le zéro du cadran, et j'approchai ensuite au-dessus des aiguilles un barreau aimanté fixé sur un soutien mobile, en ayant soin de tenir son axe dans le plan du zéro, et de tourner d'abord vers l'appareil le pôle homologue à l'extrémité antérieure de l'aiguille indicatrice qui surpassait en puissance magnétique celle qui était logée dans l'intérieur du châssis. A mesure que l'on poussait le barreau vers l'instrument, on voyait les oscillations des aiguilles se ralentir : l'opération fut suspendue lorsque le système écarté de 15 à 20° du zéro et abandonné à lui-même, ne faisait plus qu'une seule oscillation par minute. Je mis alors mon galvanomètre à l'épreuve, et je trouvai sa sensibilité tellement améliorée, que le même courant thermo-électrique, qui donnait auparavant une déviation de 2°, poussait maintenant les aiguilles à 37°,1.

» Mon procédé peut donc s'appliquer au cas direct, où il faut diminuer la sensibilité excessive des galvanomètres, et au cas inverse, où il s'agit d'améliorer ces instruments doués de systèmes astatiques imparfaits. Il y a cependant une distinction importante à faire entre ces deux applications : la possibilité de modérer l'action trop vive est, pour ainsi dire, indéfinie, car en prenant un barreau suffisamment énergique, et en le plaçant très-près des aiguilles, on pousse l'opération aussi loin qu'on le désire; mais le perfectionnement a une limite dépendante du degré de compensation stable que possèdent les systèmes astatiques.

» Pour concevoir nettement la raison de ce dernier fait, remarquons d'abord que dans l'usage des galvanomètres, il devient quelquefois nécessaire d'employer la presque totalité du cadran : de là la nécessité que l'index écarté de 50 à 60°, et abandonné à lui-même, revienne au zéro par l'action du magnétisme terrestre. D'un autre côté, la force motrice que le barreau exerce sur le système astatique provient de la différence entre les réactions des deux aiguilles : on peut donc faire abstraction des deux forces qui se neutralisent et ne considérer que l'aiguille où réside leur différence, à savoir, l'aiguille la plus voisine du barreau; mais la force répulsive de celui-ci n'est pas constante, elle change évidemment avec la position angulaire de l'aiguille, parce qu'il y a éloignement du pôle homologue et rapprochement du pôle contraire. Si le barreau aimanté est placé tout près du galvanomètre, le rapport de ses deux distances aux extrémités de l'aiguille active varie si rapidement, pendant le mouvement rotatoire, que la force répulsive se change presque aussitôt en force attractive, l'action de la Terre est vaincue et le système renversé. Pour empêcher ce renversement, qui ôterait la possibilité d'employer les divisions supérieures du galvanomètre, il faut donc tenir le barreau éloigné et abandonner forcément l'opération à une certaine distance; mais si l'on avait une série de galvanomètres plus ou moins délicats, et qu'on voulût les réduire tous au même degré de sensibilité, on devrait évidemment approcher d'autant plus le barreau compensateur que le système astatique serait moins parfait; donc l'amélioration possible à obtenir dépendra de la sensibilité du galvanomètre, et s'approchera d'autant plus de l'état de perfection que les aiguilles auront un degré de compensation plus élevé.

» Une aiguille aimantée suspendue toute seule peut être accouplée par la pensée à une aiguille inerte et considérée, par cela même, comme un système doué de la moindre astaticité possible : voilà pourquoi mon procédé ne vaut rien étant appliqué aux galvanomètres de Poggendorff, de Maria-

nini, ou à tout autre appareil analogue dépourvu de couples magnétiques agissant en sens contraire sur la partie mobile de l'instrument.

» Dans cette comparaison de l'état de perfection plus ou moins grande où l'on peut réduire les galvanomètres astatiques doués de différents degrés de sensibilité, on suppose tacitement que le barreau compensateur ne change pas. Mais si l'on emploie des compensateurs différents, il est évident que deux galvanomètres inégaux en sensibilité pourront éprouver à égales distances une répulsion magnétique égale, et devenir ainsi susceptibles du même perfectionnement.

» Les dimensions des deux aiguilles du système, leur état d'aimantation, la distance qui les sépare, la longueur, l'épaisseur, la force magnétique et la direction du barreau compensateur, constituent autant d'éléments qui exercent une influence plus ou moins grande sur le degré de sensibilité que l'on peut communiquer aux galvanomètres astatiques, et il sera indispensable de les prendre en considération lorsqu'on voudra établir la théorie générale de ces actions et la meilleure manière possible d'obtenir l'effet cherché de l'astaticité. Mais, sans entrer dans les développements nécessaires à la solution d'un problème aussi difficile, je ferai remarquer que les perfectionnements suggérés par la théorie ne pourraient rien ajouter à l'efficacité de l'application; car toute espèce de barreau compensateur appliqué avec quelques légères précautions, suffit pour développer un degré de perfectionnement qui surpasse presque toujours la *portée* du galvanomètre soumis à l'épreuve. Je vais m'expliquer plus clairement.

» Lorsque la compensation produite au moyen du barreau arrive à un certain degré, on voit ordinairement l'index, qui se tenait d'abord au zéro, en sortir toutes les fois qu'on veut l'amener sur ce point, et prendre diverses positions d'équilibre où il reste pour ainsi dire *cloué* pendant que l'on fait tourner le châssis d'un certain nombre de divisions : *des centres d'attraction latente* existent donc dans l'instrument, et ils ne deviennent sensibles qu'à un certain degré de perfection du système astatique. C'est vraiment curieux de voir jusqu'à quel point grandissent ces forces microscopiques par l'influence du barreau compensateur : on dirait que le laiton, le cuivre, l'argent le plus raffiné qui forment le cadran, le châssis et le fil du galvanomètre, sont remplis de particules ferrugineuses; mais la perfection du système astatique est alors surabondante, et on doit nécessairement la diminuer par un éloignement convenable du compensateur. Il est donc indubitable que la compensation dérivant d'un barreau quelconque surpasse

presque toujours, comme je l'ai avancé tout à l'heure, la *portée de l'instrument.*

» La limite de sensibilité de chaque galvanomètre peut être atteinte avec des aimants de toute dimension; néanmoins, je crois utile et commode de donner aux barreaux compensateurs deux décimètres environ de longueur et cinq ou six millimètres de diamètre. Ayant fixé un de ces barreaux sur un soutien muni d'une charnière et d'un tube rentrant, il faut l'approcher lentement du galvanomètre, en sorte que son axe soit dirigé, à 45° environ d'obliquité, sur l'un des pôles de l'aiguille prédominante. Lorsque le système se renverse par une déviation de 50 à 60°, l'on s'arrête et l'on revient ensuite doucement sur ses pas jusqu'à ce que le renversement n'ait plus lieu. Si alors les aiguilles se tiennent sur le zéro, on a atteint le plus haut degré possible de compensation; dans le cas contraire, il faut éloigner davantage le soutien afin de retrouver tout juste la limite où les perturbations du fil métallique et du cadran commencent à devenir *latentes*. Au-delà de cette limite on obtient des combinaisons qui rendent le système astatique de moins en moins sensible.

» Une des conditions les plus importantes à satisfaire dans l'application de notre procédé, est de maintenir le zéro de la division dans la position d'équilibre où se plaçait naturellement le système astatique avant l'intervention du compensateur. L'index et la ligne du zéro seraient toujours superposés si les axes magnétiques du barreau et des aiguilles ne sortaient pas d'un seul et même plan vertical; mais comme il est presque impossible de ne pas séparer pendant l'opération l'azimut du compensateur de celui qui renferme la résultante des forces magnétiques des deux aiguilles de l'instrument, il faut ramener à chaque instant l'index sur le zéro de la graduation, en faisant tourner doucement le soutien autour de son axe vertical; ce qui imprime aux extrémités du compensateur une légère translation droite ou gauche qui, avec un peu d'adresse, est éminemment propre à atteindre le but proposé.

» Il va sans dire que les rapports entre les arcs parcourus par l'index du galvanomètre, et les forces de déviation subissent une altération considérable sous l'influence du compensateur, et qu'à chaque position stable de ce barreau aimanté il devient indispensable de les déterminer de nouveau par les moyens connus de la *Galvanométrie*, si l'on veut avoir avec toute la précision convenable les intensités relatives des courants transmis.

» A propos de ces variations, j'observerai que l'influence du barreau dans le cas où il s'agit de modérer la trop grande sensibilité du galvanomètre

produit une altération contraire à celle qui a lieu dans le cas opposé, où il faut rendre l'instrument plus sensible. En effet, la progression croissante des différences entre les forces et les arcs correspondants devient plus divergente si l'on rend le système moins astatique, et plus convergente dans le cas opposé: et fort heureusement l'une et l'autre variation rentrent, pour ainsi dire, dans le but que l'observateur se propose en changeant le degré de sensibilité de son instrument.

» Malgré les limites dont nous parlions tantôt, les modifications de sensibilité que l'on peut communiquer à un galvanomètre astatique par le moyen du barreau compensateur sont encore immenses. Quant au perfectionnement, nous avons vu qu'on peut le porter à un très-haut degré. Cette faculté, mise à la portée de tout le monde, de pouvoir découvrir avec un galvanomètre commun la présence de forces électro-dynamiques excessivement faibles, et de mesurer ensuite sur le même instrument des courants électriques doués de toute sorte d'énergie, ne sera peut-être pas sans quelque utilité pour la science.

» Je terminerai par un exemple tiré d'une branche de la physique dont les progrès récents proviennent en grande partie de l'emploi des galvanomètres astatiques.

» J'ai dit dans plusieurs circonstances, que lorsqu'il s'agit de chaleur rayonnante, le thermo-multiplicateur doit être préféré à toute autre espèce d'instruments thermoscopiques, parce qu'il les surpasse tous, à mon avis, soit pour la sensibilité, soit pour la promptitude, soit pour la netteté des indications. Cependant on se tromperait de beaucoup si l'on pensait qu'il convient d'employer constamment le thermo-multiplicateur porté à son plus haut degré de délicatesse: bien au contraire, l'excès de sensibilité est toujours gênant, et même nuisible; car le temps nécessaire aux aiguilles pour retourner au zéro lorsqu'on supprime l'action de la chaleur sur la pile thermo-électrique augmente avec l'astaticité du système; en sorte que si l'on a un galvanomètre trop sensible pour les actions que l'on étudie, il devient avantageux de se débarrasser du surplus de sa sensibilité, qui retarderait en pure perte la marche des démonstrations expérimentales, et les rendrait souvent inconcluantes par excès de temps. Voilà pourquoi j'avais l'habitude d'employer trois combinaisons thermo-électriques dans mes recherches sur les radiations de la chaleur: la plus exquise pour la polarisation, la moins délicate pour la transmission, et celle qui était douée d'une sensibilité intermédiaire pour la diffusion. Depuis que j'ai trouvé le pro-

cédé de compensation indiqué dans cet écrit, je me sers d'une seule pile et d'un seul galvanomètre, libre pour la diffusion, à oscillations ralenties pour les cas de polarisation, et à oscillations accélérées dans les expériences de simple transmission. »

RAPPORTS.

M. **Élie de Beaumont** commence la lecture d'un Rapport sur un Mémoire de M. **Durocher** concernant des *Observations sur le phénomène diluvien dans le nord de l'Europe*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à la nomination d'un nouveau membre qui remplira, dans la *Section d'Économie rurale*, la place vacante par suite du décès de M. *Audouin*.

La liste présentée porte, dans l'ordre suivant, les noms de

1°. M. Payen;
2°. MM. Decaisne et Huzard (*ex æquo*);
3°. M. Vilmorin;
4°. M. Leclerc-Thouin.

Le nombre des votants est de 50; majorité 26. Au premier tour de scrutin

M. Payen obtient......	44	suffrages.
M. Vilmorin..........	3	
M. Leclerc-Thouin.....	2	

Il y a un billet blanc.

M. **Payen**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu membre de l'Académie; sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

L'Académie procède, également par voie de scrutin, à la nomination d'une Commission de neuf membres qui procédera à l'examen des pièces admises au concours pour les *Prix de Médecine et de Chirurgie*, fondation Montyon.

MM. Magendie, Breschet, Double, Serres, Roux, Duméril, Larrey, de Blainville, Flourens, réunissent la majorité des suffrages. Sur la remarque

de M. Flourens, que ses occupations comme secrétaire perpétuel l'empêcheraient souvent d'assister aux séances de la Commission, M. Isidore Geoffroy, qui avait réuni après lui le plus grand nombre de voix, est appelé à le remplacer dans cette Commission.

L'Académie nomme ensuite, toujours par voie de scrutin, la Commission pour le concours au *Prix de Physiologie expérimentale.*

MM. Magendie, de Blainville, Duméril, Becquerel, Flourens, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les causes des principales explosions des chaudières; par* M. **Jobard**, directeur du Musée de l'Industrie à Bruxelles.

« Quand le niveau d'eau baisse dans la chaudière et laisse quelques parties de ses parois exposées à l'action directe de la flamme du foyer, ces parties s'échauffant au rouge, la vapeur d'eau en contact avec le fer incandescent se décompose et, comme tout le monde le sait, forme du gaz hydrogène, tandis que l'oxygène s'unit au fer; mais cela ne forme pas encore un mélange détonant, puisqu'il faudrait une grande proportion d'oxygène ou d'air atmosphérique qui ne se trouve pas dans la chaudière; eh bien! c'est cet air-là que je viens d'y voir entrer de force.

» Il est évidemment fourni par la pompe alimentaire elle-même, quand cessant de plonger dans l'eau du puisard par une cause quelconque, elle laisse baisser le niveau d'eau dans la chaudière, tout en continuant de marcher; car il peut fort bien arriver que la pompe se trouve dans de telles conditions que chaque coup de piston injecte une portion d'air dans la chaudière. Il ne faudrait d'ailleurs qu'une fissure oblique, qu'un défaut dans la brâsure du corps de pompe ou dans la garniture de la boîte à bourrage. Ces défauts peuvent être déterminés soit par un accident aux soupapes d'introduction de l'eau, quand l'eau baisse dans le réservoir alimentaire, ce qui fait que la pompe hydraulique devient pompe pneumatique, ou bien encore par suite de la rupture d'un bout du tube ou d'une crevasse. Cela peut arriver et arrive très-fréquemment d'une ou d'autre manière.

» Voyons maintenant ce qui se passe quand de l'air est refoulé dans la chaudière. Cet air traverse le reste d'eau qu'elle contient et va se loger au-

dessus de l'orifice du tuyau d'injection, sans se mélanger immédiatement avec le gaz qui continue à se produire autour des parois rougies de la chaudière; mais dès qu'on met en train la machine en ouvrant en entier le robinet de vapeur, il se produit toujours un bouillonnement tumultueux dans l'eau qui s'élance vers la tubulure ouverte, et le mélange détonant d'air et de gaz est opéré.

» Or, dès que ce mélange explosif vient en contact avec les surfaces incandescentes de la chaudière, il s'enflamme, et l'explosion a lieu, comme celle du grisou contre les toiles métalliques de la lampe de Davy portées au rouge blanc.

» Il est encore un autre moyen d'expliquer l'incandescence du mélange détonant; c'est par l'étincelle électrique qui se dégage toutes les fois que de la vapeur se lamine entre les bords d'une soupape, comme nous l'avons expérimenté avec la Commission du Musée. Si l'on vient à soulever une soupape dans un moment pareil, l'étincelle produite par le frottement de la vapeur ou du gaz suffit évidemment pour mettre le feu au mélange intérieur : c'est l'expérience de Lavoisier. Ceci expliquerait comment la plupart des explosions arrivent au moment où l'on met les machines en train, ou bien au moment où une soupape est soulevée, comme cela vient encore d'avoir lieu à la fabrique de John Elce, à Manchester.

» Il est plus que probable aussi que le disque de la soupape fait en certains cas l'effet du plateau de l'électrophore et détermine l'étincelle en se soulevant de son siége. Ainsi la soupape de *sûreté* serait un instrument de danger.

» Quant à la production de l'hydrogène dans les chaudières qui manquent d'eau, elle n'est plus douteuse depuis la magnifique et dangereuse expérience de Goldswarthy Gurney, qui a prouvé que la vapeur sortant d'une chaudière rougie dont on avait arrêté les pompes alimentaires et laissé baisser l'eau, brûlait comme de l'hydrogène, et si cette chaudière n'a pas éclaté, c'est qu'il n'y avait pas d'air mélangé au gaz dans le cas en question.

» Ayant été informé coup sur coup de plusieurs cas d'explosion qui viennent à l'appui de cette théorie, je m'empresse de vous les communiquer. Une explosion a eu lieu il y a quelques années à Gand, qui a dérouté tous les faiseurs de soupapes de sûreté, car le trou d'homme était ouvert, et cette chaudière était sans eau et sans feu, ce qui ne l'a pas empêché de causer les plus grands dégâts. Voici mon explication :

» La chaudière avait été vidée le samedi pour être nettoyée le dimanche, avec la précaution d'y laisser un peu d'eau pour le lavage. La chaudière vi-

dée avant que le feu ne fût complétement éteint, se sera échauffée au rouge et aura décomposé la vapeur d'eau. Le lendemain, l'ouvrier ayant procédé à l'ouverture du trou d'homme, y descendait sa lampe comme d'habitude, quand l'explosion du mélange détonant, qui s'était formé par l'entrée de l'air, arriva, et mit en pièces la chaudière, l'homme et l'atelier.

» Autre exemple, qui prouve qu'il n'y a rien à craindre d'une explosion simple, sans mélange explosif :

» Une chaudière de nos environs, dont une des parois vint à rougir, se gonfla et creva sans même ébranler son foyer, quoiqu'elle marchât à 5 atmosphères.

» Comparez ceci avec l'explosion de la chaudière de Vieux-Waleffe, à 2 atmosphères, et vous reconnaîtrez d'abord la différence qui existe entre les effets de la simple pression progressive, et ceux de l'action foudroyante du mélange explosif qui peut seul rivaliser avec la foudre. On sait que le grisou cause des tremblements de terre quand sa composition est dans les proportions nécessaires.

» La cause du mal étant trouvée, le remède est facile; il suffit de prendre l'eau d'injection dans une bâche ouverte et sous l'œil du chauffeur, et de ne jamais se fier à une pompe qui prend directement son eau dans un puits ou dans un réservoir inférieur, pour la refouler sans intermédiaire dans la chaudière. J'ai vu souvent les clapets de ces pompes dérangés pendant des journées entières sans qu'on s'en aperçût; deux fois en trois mois j'ai vu retirer un petit poisson écrasé d'une pompe alimentaire. L'attention des constructeurs doit donc se porter particulièrement sur l'alimentation régulière des chaudières. Quant aux soupapes de sûreté, aux plaques fusibles, aux manomètres à air libre, je pense qu'ils n'ont jamais servi et ne serviront jamais de préservatif contre les explosions foudroyantes dont il est question.

» Je dis plus (et cela d'après des expériences), c'est qu'il n'est presque pas possible de faire éclater une chaudière pleine d'eau ni à froid ni à chaud, parce que la *matture* se détruit et que les trous des rivets *s'ovalisent* avant de se déchirer, et laissent échapper l'eau et la vapeur par toutes les coutures.

» Il est aisé de s'assurer à quel degré de chaleur le métal peut communiquer le feu à un mélange détonant, en plongeant un fer rouge dans une bouteille pleine de ce mélange dans les diverses proportions qui sont, je crois, de 7 à 14 de gaz sur 100 d'air.

» Les chaudières en cuivre rouge ne pouvant décomposer l'eau, nous préserveraient des explosions de la nature de celles dont nous parlons. »

La Note de M. Jobard est, d'après sa demande, renvoyée à la Commission chargée de l'examen des pièces adressées pour le concours concernant les arts insalubres.

PHYSIQUE. — *Thermomètres différentiels; Note de* M. H. WALFERDIN.

(Commission précédemment nommée.)

« L'Académie connaît (1) le thermomètre différentiel à mercure que j'ai désigné sous le nom de thermomètre *métastatique* (de μεθ-ίστημι, *changer, déplacer, ôter, faire passer*), parce que le niveau du mercure s'y déplace à volonté. Un seul de ces instruments remplace le jeu de thermomètres à grande marche, auquel on est obligé de recourir lorsqu'on veut apprécier de faibles variations de température, et il permet d'observer, *à la lecture directe*, des différences équivalentes à la centième partie d'un degré centigrade, à toutes les températures que le mercure peut indiquer.

» Je me sers pour les recherches de précision, où il peut être important de constater de plus faibles variations de température, d'un instrument qui accuse des différences encore moindres que celles que le thermomètre métastatique à mercure permet d'observer.

» J'emploie pour construire ce thermomètre un tube d'une capillarité telle, que lorsqu'on a soufflé à l'une de ses extrémités, la cuvette, ou réservoir destiné à contenir le liquide thermométrique, le mercure, qu'on chercherait à y faire entrer par les procédés ordinaires, n'y pénètre pas. Mais l'alcool en mouillant les parois intérieures de ce tube, peut s'y introduire, et remplir la cuvette et la tige : les parois de la tige ainsi mouillées par l'alcool permettent alors à une petite bulle de mercure d'y pénétrer; et c'est cette bulle qui va servir d'index.

» On conçoit qu'une fois engagée dans la tige, la bulle y descend, ou y monte par l'effet de la contraction, ou de la dilatation qu'éprouve l'alcool, et qu'elle s'y meut avec rapidité à la moindre variation de température.

» Ainsi, en adoptant pour le réservoir du thermomètre *métastatique* à

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. X, p. 292, et t. XI, p. 169.

alcool la forme cylindrique, et en ne lui donnant pas plus de 4 à 5 millimètres de diamètre sur 8 à 10 de longueur, on obtient des instruments qui, ayant 2 à 3 décimètres de long, permettent d'observer, *à la lecture directe*, la millième partie d'un degré centésimal, comme équivalente à la valeur de chaque division que l'on peut encore sous-diviser à l'œil nu, et sans recourir à l'emploi du cathétomètre.

» Un seul de ces instruments, convenablement réglé, peut indiquer, comme le montre celui que je mets sous les yeux de l'Académie, les plus faibles différences, à toutes les températures que supporte l'alcool; et la capacité de son réservoir peut, comme on le voit, être sensiblement plus petite que celle du réservoir du thermomètre à mercure dont le tube est le plus capillaire.

» La forme du réservoir de ce thermomètre différentiel est susceptible d'être modifiée de manière à le rendre propre aux expériences les plus diverses et les plus délicates; il donne, d'abord, des valeurs relatives, et des valeurs absolues s'il est ensuite comparé, aux deux points extrêmes de son échelle, avec un thermomètre étalon; il peut remplacer le thermomètre différentiel de Leslie et le thermoscope dans un grand nombre de cas où l'application de ces instruments présente de l'incertitude ou des difficultés. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur la* Tripoléenne; *par* M. **Marcel de Serres.**

(Commissaires, MM. Chevreul, Pelouze, Pelletier.)

« La substance minérale qu'on a désignée sous le nom de *tripoléenne*, parce qu'on l'a reconnue propre à servir aux mêmes usages que le tripoli, a été découverte, il n'y a pas longtemps, par M. Dourille, dans la commune de Croyselles (Ardèche), près du torrent du Bartas. Elle se compose en presque totalité, ainsi que l'a reconnu M. Marcel de Serres, de silice à l'état pulvérulent (0,90); mais elle contient aussi un peu d'alumine (0,06), un peu de chaux (0,03), et enfin du peroxyde de fer et de la magnésie (de chacun 0,01). Elle offre enfin des traces de matière organique qui paraissaient s'y être introduites par la filtration des eaux venant des couches meubles. Soumise au lessivage et convenablement desséchée, elle peut être employée avec beaucoup d'avantage au polissage des métaux; c'est du moins ce qu'assurent les personnes qui ont obtenu l'exploitation de la mine. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur les cours d'eau des différentes formations du Vivarais; par* M. **Jules de Malbos.**

(Commissaires, MM. Arago, Élie de Beaumont.)

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Mémoire sur les formes générales et caractéristiques de la surface de la Terre; par* M. **Desmadryl.**

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

M. le **Préfet de Police** transmet copie du Rapport qui lui a été adressé sur une *explosion survenue, par suite d'une fuite de gaz, à l'un des candélabres de la Madeleine.*

(Renvoi à la Commission chargée de s'occuper des moyens de prévenir les accidents dus aux fuites du gaz d'éclairage.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — M. **Rocamir de la Torre** présente les résultats de recherches historiques qu'il a entreprises dans le but de constater la justesse d'une opinion à laquelle il était arrivé relativement à une question de physiologie, savoir, que *la couleur de l'iris de l'œil exercerait sur la vision un certain effet, et tendrait à modifier dans chaque individu la sensation des couleurs.* Dans ce but, il a réuni des documents sur la couleur des yeux d'un grand nombre de peintres célèbres des différentes écoles, et il trouve qu'en les groupant d'après ce caractère, les artistes de chaque catégorie, quel que soit le genre de peinture auquel ils ont dû leur célébrité, ont un même ton dominant dans leurs tableaux. Ainsi le coloris serait grisâtre dans les peintures des hommes dont les yeux étaient gris, verdâtre dans ceux des artistes dont la prunelle tirait sur le vert, noir dans les tableaux des peintres dont l'iris était brun foncé, etc.

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Chevreul et Babinet.

M. **Trachez**, chirurgien principal en retraite, adresse de Lille un Mémoire ayant pour titre : *La Chronologie dévoilée, ou Examen d'une opinion soutenue sur l'antiquité d'Hippocrate, d'Hésiode, d'Homère, et sur celle de leurs ouvrages.*

(Commissaires, MM. Mathieu, Double.)

M. **Roessinger** envoie de Genève un Mémoire ayant pour titre : *De la direction et de la régularité des forces vitales, envisagées sous le point de vue médical.*

(Commissaires, MM. Magendie, Double, Breschet.)

M. **Papadopoulo** prie l'Académie de lui désigner des Commissaires devant lesquels il puisse répéter des expériences destinées à prouver l'utilité qu'aurait pour le soldat l'usage d'une sorte de cuirasse en feutre qu'il désigne sous le nom de *Pilima.*

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. **Coulvier-Gravier**, qui a déjà adressé diverses communications ayant pour objet de prouver que les *changements de temps* peuvent être prédits quelques jours d'avance d'après la direction dominante qu'on remarque dans les *étoiles filantes,* envoie, dans le but de constater la justesse de cette assertion, les observations météorologiques qu'il a faites pendant le second semestre de l'année 1841.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Passot** présente une Note ayant pour titre : *Sur la détermination de la variable indépendante dans l'analyse des courbes.*

(Commissaires, MM. Cauchy, Coriolis, Piobert.)

M. **Muzio Muzzi** prie l'Académie de vouloir bien renvoyer à l'examen d'une Commission un appareil qu'il a imaginé, et au moyen duquel il croit avoir résolu le problème de la direction des aérostats.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce** adresse comme documents pour la Commission chargée de s'occuper des questions relatives à la *peste* et aux *mesures sanitaires,* les Notes et Mémoires qu'il a reçus des corps consulaires auxquels il avait demandé des renseignements à ce sujet.

Ces documents sont renvoyés à l'examen de la Commission précédemment nommée.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet copie d'une Lettre du consul de France à Caracas, qui annonce que la copie du Rapport fait sur les travaux de M. le colonel *Codazzi* concernant la géographie de l'État de

Venezuela a été remise, conformément au désir exprimé par l'Académie, à M. le Ministre des Affaires étrangères de cette république. A cette Lettre est jointe une ampliation de la réponse du secrétaire d'état vénézuélien qui annonce que le Rapport sera présenté au Congrès dans sa prochaine réunion.

A cette occasion, M. *Arago* donne, d'après sa correspondance particulière, des détails ultérieurs sur l'accueil très-favorable qu'a reçu du public et des autorités le travail de M. Codazzi; il ajoute que cet ingénieur se propose de poursuivre avec une nouvelle activité des travaux que son gouvernement seconde par tous les moyens propres à en assurer le succès.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les causes de l'écrasement du tube intérieur du puits de Grenelle.* — Lettre de M. **Ch. Combes** à M. *Arago*.

« Je suis allé récemment visiter, avec M. Mulot, les tubes de cuivre que ce sondeur habile et persévérant est enfin parvenu à retirer du puits foré de l'abattoir de Grenelle, et j'ai cherché à m'expliquer la cause du singulier aplatissement des tubes en cuivre sur une longueur d'environ 100 mètres, entre 100 et 200 mètres de profondeur au-dessous de la surface. M. Mulot m'a d'abord expliqué que les eaux du terrain de craie supérieur à la grande nappe aquifère se tenaient, dans le trou de sonde, avant que celle-ci eût été atteinte, à un niveau de 10 mètres environ au-dessous du sol. Depuis qu'il a atteint les sables aquifères inférieurs à la craie, l'eau qui a jailli jusqu'à 27 mètres au-dessus du sol, et qui serait montée beaucoup plus haut, puisque son volume était encore considérable à cette hauteur-là, a éprouvé quelques intermittences; une fois même elle a cessé de jaillir et s'est abaissée dans l'intérieur du puits foré jusqu'à 25 mètres au-dessous de la surface. Enfin, après que l'on a eu mis en place le tube de cuivre destiné à contenir les eaux du fond, les sables charriés par les eaux troubles ont entièrement obstrué l'espace annulaire compris entre le tube ascensionnel en cuivre et les tubes de retenue en tôle de fer destinés à prévenir les éboulements des parois du trou, si bien que les eaux montantes du fond qui jaillissaient par le tube ascensionnel, n'arrivaient point au jour par l'espace annulaire et encombré de sables dont j'ai parlé. L'aplatissement du tube en cuivre s'est d'ailleurs fait dans une nuit: car la veille, M. Mulot avait descendu une cuiller jusqu'au bas du tube, et le lendemain, dix heures après, la cuiller a été arrêtée par l'aplatissement.

» Cet aplatissement n'a pu évidemment avoir lieu que par un excès assez considérable de la pression extérieure sur la pression intérieure des tubes de cuivre; et pour que la pression extérieure ait pu devenir prédominante (les tubes de retenue en fer étant demeurés intacts), il faut bien admettre que le niveau de l'eau s'est tout à coup abaissé dans l'intérieur du tuyau ascensionnel. Cet abaissement accidentel et momentané de l'eau serait analogue à celui qui a été observé à différentes reprises. S'il a eu lieu, les eaux de la craie qui pénétraient les sables compris dans l'espace annulaire, entre le tube de cuivre et les tubes de fer, et qui n'avaient pas une communication libre avec la nappe aquifère, ont pressé et aplati le tube intérieur. J'admets donc que la cause de l'aplatissement a été l'interruption momentanée du jet d'eau par l'intérieur du tube de cuivre, et l'abaissement de l'eau dans ce tube à une grande profondeur au-dessous du sol.

» Il est maintenant facile de comprendre pourquoi le jet a pu être momentanément interrompu et suivi d'un abaissement extraordinaire du niveau. Les conduits souterrains existants dans la nappe aquifère qui est à la base du puits foré sont des canaux très-encombrés, de formes très-variables, dans lesquels il doit se faire à chaque instant des éboulements, et par conséquent des obstructions. Ces éboulements se manifestent au jour par la plus grande abondance des matières terreuses que l'eau charrie. Or, s'il s'est fait tout d'un coup un éboulement qui ait barré le courant de la rivière souterraine, en amont du point où aboutit le puits foré, le jet aura été interrompu, et l'eau contenue dans le tube sera redescendue pour s'écouler dans l'intérieur de la nappe, par les conduits demeurés libres en aval du puits foré. C'est ainsi, par exemple, que si une eau extrêmement bourbeuse coulait dans un large conduit, sous une très-forte pression, et si un tuyau vertical ouvert à sa partie supérieure était inséré sur cette conduite, de manière que l'eau vînt habituellement jaillir par la partie supérieure, le jet pourrait être accidentellement interrompu, et le niveau de l'eau pourrait s'abaisser dans le tuyau vertical, par l'effet d'une obstruction produite en amont du point d'insertion du tuyau par une masse de limon qui s'y serait arrêtée. Dans une nappe souterraine, le même effet se produit plus facilement encore, parce que ce sont les parois du lit du cours d'eau qui sont ébouleuses et augmentent incessamment la masse de matières charriées par les eaux.

» Cette explication que j'ai communiquée à M. Mulot, sur les lieux même, lors de ma visite, me paraît rendre compte de toutes les circon-

stances observées, et notamment de celle-ci que l'aplatissement n'a commencé qu'à une assez grande profondeur au-dessous de la surface (100^m) et ne s'est pas étendu au-dessous de 200 mètres. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les étoiles filantes relatées dans les auteurs anciens; par* M. **Alexis Perrey.**

« Mon intention, je dois le dire en commençant cette Note, n'est point d'attaquer M. Chasles. Je puis, comme un autre, apprécier son travail, le juger, mais il ne me convient nullement de l'attaquer. Je puis bien ne pas traduire comme lui les mots *acies igneæ*, qui se retrouvent si souvent dans les chroniques et les vieux historiens; je puis bien voir dans cette double expression un phénomène différent des étoiles filantes, puisque les auteurs emploient pour désigner celui-ci des expressions dont les nôtres ne sont que la traduction littérale et vulgaire. Mais, je le répète, je n'attaque point dans cette Note le travail consciencieux et pénible à l'occasion duquel je l'ai rédigée.

» Seulement, comme l'interprétation de M. Chasles ne m'a pas paru évidente, j'ai, en poursuivant mes recherches scientifiques sur une autre partie, noté tout ce qui avait rapport aux météores lumineux. J'ai pris de nombreuses citations dont je présente un simple extrait.

533. (6e année de Justinien). A vespere ad crepusculum matutinum astrorum concursus ingens visus est. Cadunt à cœlo stellæ. (Théophane, *Chronologie*, p. 156.)

575. Per cœlum fulgor discurrere visus est. (Gregor. Turon. *epitomat. per* Fredegar, cap. 72, col. 576.)

580. Fulgor per cœlum cucurrisse visus est, sonus quasi deruentium arborum in terram totam auditus est. (Gregor. Turon. *epitomat. per* Fredegar, cap. 87, col. 581. — *Chron.* Sigeberti. *Rerum Germanic.* Schard., f°. 83. — D. Bouquet, t. II, pag. 409. — *Flores Hist.* Math. Westmonaster, lib. I, p. 197.)

582. Ignis per cœlum discurrere visus est. (Gregor. Turon., lib. VI, cap. 21, p. 295. — D. Bouquet, t. II, p. 277. — Aimoin, *de Gestis Francor.* D. Bouquet, t. III, p. 88.)

585. *Juillet*........ Fulgor per cœlum cucurrisse visus est, floresque in arboribus ostenti sunt. Erat enim mensis quintus. (Gregor. Turon., lib. VIII, cap. 8, col. 381.)

586. Fulgorque per cœlum in modum serpentis cucurrisse visus est. (Gregor. Turon., lib. VIII, cap. 43, col. 413.)

590. In hoc anno tantus terris nocturno tempore splendor inluxit ut medium putares diem : sed et globi ignei similiter per noctis tempora sæpius per cœlum cucurrisse, incendiumque inluminasse visi sunt. (GREGOR. TURON., lib. X, cap. 23, col. 516. — D. BOUQUET, t. II, p. 379.)

600. Iterùm signa quæ superioribus annis visa fuerant, globi ignei per cœlum currentes et ad instar multitudinis astrorum ad occidentem apparuerunt. (AIMOIN, D. BOUQUET, t. III, p. 109. — FREDEGARII, *Chron.*, cap. 20, col. 603.)

— Les mêmes signes au ciel, car grands brandons de feu couraient parmi l'air, aussi comme ces traces de feu qui pèrent aucunes fois au ciel. (*Chron. de Saint-Denis,* D. BOUQUET, t. III, p. 259.)

744. Stellæ hâc et illàc discurrebant per aera quod omnibus intuentibus magno fuit monstro. (HENRICI HUNTINDON., *Hist.*, f° 195.)

745. 1er *Janvier*..... Visi sunt in aere ignis ictus ea ætate raris nec ante intellectis pene per totam Angliam. (*Antiq. Britann.*, p. 61. — ROGERI DE HOVEDEN, *Annal. rerum Anglic.*, f° 231.)

747. Stellarum de cœlo casus ita omnes terrore affecit ut consommationem sæculi instare putarent. — Stellæ de cœlo cadentes. (*Antiq. Britannic.*, p. 61 et 63. — *Flores Hist.* MATH. WESTMONASTER, lib. I, p. 272.)

763. *Mars*.......... (23e année de Constantin.) Stellæ subito cœlo decidere visæ sunt (confertim) ita ut omnes interruerunt et putarent mundi finem imminere. (THÉOPHANE, *Chron.*, p. 366. — *Chron.* SIGEBERTI. *Rerum Germanic.* SCHARD., f° 110. — CEDRENUS, *Compend. Hist.*, t. II, p. 464. — *Chron. Remense,* D. BOUQUET, t. VII, p. 385. — LABBE, t. I, p. 359.)

764. Stellarum casus de cœlo. (*Chron. Vezeliac.* — D. BOUQUET, t. VII, p. 385. — LABBE, t. I, p. 394.)

765. 1er *Janvier*..... Ignis ictus in aere visi sunt quales quondam apparuerant. (ROGERI DE HOVEDEN, *Ann. Rerum Anglic.*, f° 231. — LYCOSTHÈNES, *de Prod. ac Ost.*)

770. Stellæ de cœlo cadere terribiliter visæ sunt. (*Flores Hist.* MATH. WESTMONASTER, lib. I, p. 277.)

793. (*Avant mai.*).... Flammei dracones per aera igneique ictus sæpe vibrare et volitare videbantur. (ROGERI DE HOVEDEN, *Annales Rerum Anglic.*, f° 232. — HENRICI HUNTINDON, *Hist.*, f° 197.)

794. Visi sunt dracones flammei volantes per aera. (*Ibid.*, f° 235.)

795. Fulmina abhominanda et dracones per aera horridè ardentes volitare videbantur. (*Flores Hist.* MATH. WESTMONASTER, lib. I, p. 239.)

838 et 839. Per aliquot dies plurimi instar stellarum igniculi per cœlum discurrere videntur. (*Chron.* SIGEBERTI. *Rerum Germanic,* SCHARD., f° 108. — *Chron. Turonense,* MARTENNE et DURAND, t. V, p. 965. — LYCOSTHÈNES, *de Prod. ac Ost.* — *Chron.* SIGEBERTI. — PETRI

Biblio. Hist. Franc. — HERMANNI *Chron.* — *Ann. Fuldenses.* — D. BOUQUET, t. VI, p. 206, 211, 226, 234.)

855. 17 *Octobre*..... Igniculi (crebri, densissimi) instar spiculorum occidentem versus per aerem vagabantur, per totam noctem. (PETRI *Bibl. Hist. Franc.* — *Ann. Fuldenses.* — HERMANNI *Chron.* — D. BOUQUET, t. VII, p. 158, 165, 234.)

900. Stellæ visæ sunt undique tanquàm ex alto in horizontis imum profluere circa poli cardinem omnes fere inter se concurrere (mirabile prodigium). (*Chron.* RADBODI, *Episc. Traj.* D. BOUQUET, t. IX, p. 86.)

911. (*En été?*)....... Paulo ante mortem Sergii (mort en août 911) igneæ acies in cœlo et stellæ micantes discurrentesque præter consuetudinem visæ sunt. (J. NAUCLERI *Chron.*, t. II, p. 72. — LYCOSTHÈNES, *de Prod. ac Ost.*)

1094. Tot stellæ de cœlo cadere visæ sunt, quod non poterant numerari. (MATH. PARIS, *Hist. Anglic.*, t. I, p. 18.)

1095. 4 *Avril*........ Intempesta nocte ceciderunt ignitæ stellæ longo tractu per universum orbem. (*Chron. Andegav.* LABBE, t. I, p. 281 et 289. — D. BOUQUET, t. XI, p. 31, et t. XII, p. 484.)

1095. 4 *Avril*........ A noctis medio usque ad auroram stellæ de cœlo cadere visæ sunt. (HUGONIS FLAVINIAC. *Chron.* D. BOUQUET, t. XIII, p. 623. — ROGERI DE HOVEDEN, *Ann. Rerum Anglic.*, f° 214 et 266. — HENRICI HUNTINDON, *Hist.*)

1095. 4 *Avril*........ Après un texte identique aux précédents, l'auteur ajoute : Inter quas unam maximam labi in terram cum quidam in Francia stuperet et notato loco ubi visa est labi, cum aquam ibi fudisset, fumum cum fervoris sono exire magis stupuit. Baldricus ita retulit : visus ab innumeris inspectoribus in Gallis tantus stellarum discursus ut grando, nisi luxerint, pro densitate pùtarentur. (*Chron.* ALBERICI. D. BOUQUET, t. XIII, p. 687.)

1095. (Sans date de jour.) Visæ sunt stellæ quasi pluere de cœlo densatim velut pluviarum guttæ per quædam intervalla plurimarum noctium. (*Hist. Franciæ Fragm.* D. BOUQUET, t. XII, p. 3.)

1095. 6 *Avril*..... Visæ sunt stellæ de cœlo cadere in modum facis. (*Chron. S. Maxentii.* D. BOUQUET, t. XII, p. 403.)

1096. 4 *Avril*..... Visæ sunt pene omnes stellæ currere quasi pulvis cum fertur à vento et hoc factum est à galli cantu usque ad auroram. (*Chron. Remense.* LABBE, t. I, p. 360. — D. BOUQUET, t. XII, p. 274. — *Flores Hist.* MATH. WESTMONASTER, lib. II, p. 19.)

1096. (Sans date de mois.) Die quadam advesperascente, nulla in aere apparente nubecula, diversis in locis globi ignei emicuerunt, rursumque in alia cæli parte se condiderunt. Quod non ignem, sed Angelicæ fuisse potestates animadversum est. (*Chron. Alberti Stadensis*, f° 141. — *Chron. Hirsaugiense*, t. I, p. 308.)

1097. Ceciderunt stellæ de cœlo in terram ad modum grandinis, quasi multi videntes admirati sunt. (*Hist. Andegav. Fragm.* D. BOUQUET, t. XII, p. 491.)

1101. 17 *Octobre*.... Visæ sunt stellæ de cœlo cadere. (*Chron. S. Maxentii*. LABBE, t. II, p. 217.)

1106. 12 *Février*..... Apud Barum Italiæ urbem stellæ visæ sunt in cœlo per diem modò quasi concurrentes inter se, modò veluti cadentes in terram. (J. NAUCLERI. *Chron.*, t. II, p. 175.)

1123. 5 *Avril*...... Visæ sunt stellæ cadere de cœlo. — (*Chron. S. Maxentii*. LABBE, t. II, p. 220. — D. BOUQUET, t. XIII, p. 407.)

1123. (*En carême.*)... In Quadragesima ferè per universum orbem æeriæ potestates quasi plurimæ stellæ etsi non ceciderunt, visæ sunt tamen resedisse in terram. Hinc simile dicit Dominus in Evangelio : Videbam Satanam quasi fulgur de cœlo cadentem. — (COSMÆ *pragensis. Chron. Rerum Bohemic.* — FREHER, p. 68.)

1169. Visi sunt ignei globuli è cœlo cadere in singula castra Britanniæ. — (*Chron. Nannetense*. D. BOUQUET, t. XII, p. 564.)

» Tels sont les passages peu nombreux où j'ai reconnu le phénomène des étoiles filantes. On n'y remarque que quelques dates précises : ce sont celles du 12 février, du 1er janvier, du 4 avril et du 17 octobre. C'est sur les deux dernières, que M. Chasles ne signale pas, que j'ai voulu appeler l'attention, car il s'agit bien d'étoiles filantes en masse, dans les textes précités. La correction relative au calendrier n'a pas été faite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Température moyenne d'Alger déduite des températures maxima et minima observées journellement par* M. AIMÉ. (Calculs de M. *Laugier.*)

Années.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
1838...	»	»	»	14,45	18,83	22,27
1839...	11,60	11,91	14,19	16,06	18,04	23,14
1840...	11,85	12,73	11,22	14,55	19,33	22,16
1841...	11,49	13,41	14,59	15,01	20,07	20,26
Moyennes....	11,65	12,68	13,33	15,02	19,07	21,95

Années.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
1838...	24,00	23,71	23,01	20,42	18,50	11,46
1839...	24,30	24,18	22,01	19,36	14,85	13,86
1840...	23,51	26,43	22,82	20,13	16,50	13,26
1841...	24,32	24,53	23,61	21,17	»	»
Moyennes....	24,03	24,71	22,87	20,27	16,62	12,86

Hiver...	décembre..	12,86	Printemps....	mars.......	13,33
	janvier....	11,65		avril.......	15,02
	février....	12,68		mai........	19,07
Température moyenne de l'hiver.		12,40	Température moyenne du printemps.		15,43
Été.....	juin.......	21,95	Automne....	septembre..	22,87
	juillet.....	24,03		octobre....	20,27
	août......	24,71		novembre...	16,62
Température moyenne de l'été..		23,56	Température moyenne de l'automne.		19,92

Résumé.

Hiver.......	12,40
Printemps...	15,47
Été.........	23,56
Automne....	19,92
Moyenne de l'année...	17,84 = température moyenne d'Alger.

N. B. Les températures sont exprimées en degrés centigrades.

Température de l'eau d'un puits (le niveau de l'eau est à 25 mètres au-dessous du sol).

1839.	Janvier.........	17,5
»	Février.........	17,5
»	Avril............	17,5
»	Mai............	17,5
»	Juin...........	17,5

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Emploi de la méthode galvanoplastique pour obtenir à peu de frais les limbes gradués.* — Extrait d'une Lettre de M. **Peyré.**

M. **Arago** donne lecture d'une Lettre qui avait été adressée le 25 juin 1841 par M. Peyré, professeur à l'École normale de Versailles, en même temps que la reproduction d'un rapporteur obtenue par la méthode galvanoplastique. La Lettre n'avait pas été aperçue, et le produit électrotypique, dont on ignorait la provenance, était resté depuis ce temps dans le cabinet de M. le Secrétaire perpétuel.

« La nouvelle application que j'ai faite des procédés de M. Jacobi fournissant, dit M. Peyré, un moyen extrêmement simple d'obtenir

des règles et des limbes divisés, pourrait n'être pas indifférente aux ingénieurs constructeurs d'instruments de précision. Il leur suffirait, en effet, de se procurer une fois pour toutes, un gabari d'une construction parfaite, pour fabriquer, sans presque aucun travail, un nombre indéfini d'instruments qui lui seraient mathématiquement pareils sous le rapport de la graduation; si le modèle primitif avait des erreurs, on les déterminerait avec beaucoup de soin et on les consignerait dans une Instruction relative à l'usage des nouveaux appareils; il ne paraît d'ailleurs y avoir aucune limite à la reproduction de la finesse des divisions, car une planche daguerrienne qui avait reçu dans le travail ordinaire et sans l'emploi du chlorure d'or, une image persistante, mais très-pâle, du Christ de Michel-Ange, a pu donner de feuilles de cuivre sur lesquelles les épreuves du Christ sont aussi apparentes que dans le dessin original.

» L'appareil que j'ai employé est de la plus grande simplicité : il se compose d'un pot à fleur ordinaire dont je bouche le trou avec de la cire; il contient la dissolution de sulfate de cuivre; je l'introduis dans un vase où se trouve l'eau acidulée et une feuille de zinc: à cette feuille j'attache un des bouts d'un fil de cuivre dont l'autre extrémité est repliée en crochet; celle-ci plonge dans la dissolution de sulfate, et je lui suspends le limbe préparé pour recevoir le cuivre électrotypique; au bout d'un certain temps que connaissent très-bien tous ceux qui ont fait ces expériences, il n'y a plus qu'à séparer, ce qui se fait avec la plus grande facilité, quoique le produit que j'ai obtenu, s'étant un peu gauchi quand je l'ai enlevé, ne paraisse pas le prouver; mais il serait très-aisé de déterminer les précautions à prendre dans une exploitation pour éviter l'emploi de la lime et de la pince dans cette partie de l'opération.

» Le modèle qui m'a servi pour cette expérience est parfaitement intact. La dépense pour obtenir la contre-épreuve que j'ai l'honneur de vous adresser, ne s'élève pas à plus de 25 centimes et elle pourrait devenir moindre. »

M. Vallot adresse de Dijon une Note sur une pétrification qu'il désigne sous le nom de *Cotylélite*.

« La pétrification me paraît, dit M. Vallot, être excessivement rare; c'est celle de l'extrémité d'un bras appartenant à une espèce de céphalopode sépiaire.

» Cette extrémité est longue de 6 centimètres; sa partie la plus étroite a, de largeur, 12 millimètres; sa partie la plus large offre une étendue

de 2 centimètres et demi; sa surface présente des tubercules de diverses grosseurs, formés par la pétrification des ventouses de l'animal, et disposés régulièrement sur cinq rangées.

» La rangée du milieu est formée par le corps de neuf tubercules brisés, qui sont les plus larges et les plus gros. Les deux rangées extérieures présentent chacune douze tubercules lisses, sur quelques-uns desquels on voit les vestiges d'un ombilic et ceux de quelques stries rayonnantes rares et incomplètes. Les tubercules lisses de cette rangée ressemblent à de petites bufonites engagées dans leur gangue. Des deux rangées intermédiaires, l'une offre treize et l'autre quatorze tubercules, dont l'aspect peut être comparé en petit à celui des anciennes bourses à jetons, mais qui seraient fermées. Les tubercules de cette rangée laissent apercevoir dans le centre un petit bouton isolé, quelquefois entouré d'un cordon auquel aboutissent les stries rayonnantes. »

M. **Meignien** adresse quelques considérations sur le rôle que joue le *corps thyroïde* chez les mammifères, durant la vie intra-utérine et après la naissance. Il annonce l'envoi prochain d'un travail plus développé sur ce sujet.

M. **Pinaud**, professeur de physique à la faculté de Toulouse, écrit relativement à un phénomène de *mirage* qu'il a observé en Espagne, sur les bords du Guadalquivir.

MM. **Pezzoni**, **Marchand** et **Leval**, tous les trois médecins résidant à Constantinople, annoncent qu'ils ont réuni leurs recherches relatives à la *peste*, afin d'en faire l'objet d'un travail commun qui sera adressé très-prochainement à l'Académie.

M. **J. Maccook** adresse d'Edinburgh une Note relative à la *quadrature du cercle*. Cette Note, conformément au réglement de l'Académie, ne peut être renvoyée à l'examen d'une Commission.

M. **Delineau** adresse un *paquet cacheté*.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à cinq heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 1, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; 3e série, tome III, novembre 1841; in-8°.

Ostéographie, ou Description iconographique comparée du squelette et du système dentaire des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles, pour servir de base à la Zoologie et à la Géologie (Mustelas); *par* M. DUCROTAY DE BLAINVILLE; texte in-4°, et planches in-fol.

Journal de Pharmacie et de Chimie; nouvelle série, tome I; janvier 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; décembre 1841; in-8°.

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET et FLEURY; 15e livraison, in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; décembre 1841; in-8°.

Journal des Haras, des Chasses, des Courses de chevaux; tome XIX; janvier 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; octobre et novembre 1841; in-8°.

Annales de la Propagation de la Foi; janvier 1842; in-8°.

Tableau météorologique pour 1842; *par* M. RULLAND; Saint-Jean-d'Angély.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, année 1842; n° 2; in-8°.

Solution... *Solution de la Quadrature du cercle;* Édimbourg, mars 1841; broch. in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 434 à 438; in-4°.

Sul progresso... *Du progrès et de l'état actuel de l'Instruction primaire en Grèce; par* M. A. PAPADOPULO-VRETO; Naples, 1841; broch. in-8°.

Prodromo... *Notice sur une espèce du genre Morus; par* M. le docteur J. MORETTI; Milan, 1841; broch. in-8°.

Gazette médicale de Paris; 1842, n° 2.

Gazette des Hôpitaux; n° 2 à 4.

L'Écho du Monde savant; n° 692 à 694.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 236.

L'Examinateur médical; 1842; nos 1 et 2.

Le Magnétophile; 2 janvier 1842.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Becquerel** commence la lecture d'un Mémoire ayant pour titre : *Des propriétés électro-chimiques des corps simples, et de leurs applications aux Arts*, Mémoire qui forme la première partie d'un ensemble de recherches que l'auteur se propose de communiquer successivement à l'Académie. La lecture en sera continuée dans la prochaine séance.

« M. **Puissant** fait hommage à l'Académie du 1er volume de la troisième édition de son *Traité de Géodésie*, qui est sous presse. Il annonce avoir fait un grand nombre d'additions à chacune des deux parties distinctes de cet ouvrage, additions dont les plus notables sont indiquées dans l'avant-propos, et sont relatives aux points les plus importants de la science. »

M. **Cauchy** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de faire paraître, sur la *polarisation rectiligne et la double réfraction.*

M. le **Président** annonce que le tome VII du *Recueil des Savants étrangers* est en distribution au Secrétariat.

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — Rapport sur un Mémoire de M. **Durocher**, intitulé : *Observations sur le phénomène diluvien dans le nord de l'Europe.*

(Commissaires, MM. Alexandre Brongniart, Élie de Beaumont rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Alexandre Brongniart et moi, de lui rendre compte d'un Mémoire que M. Durocher lui a soumis dans la séance du 10 août 1840, *sur le phénomène diluvien dans le nord de l'Europe.*

» Les observations et les renseignements locaux qui font la base de ce travail ont été recueillis par M. Durocher en 1839 et dans les premiers mois de 1840, lorsqu'il voyageait comme membre de la Commission scientifique envoyée dans le nord de l'Europe.

» L'Académie se rappelle sans doute que dans sa dernière campagne, cette Commission a visité d'abord les îles Féroé, puis le Spitzberg. Ensuite elle vint aborder sur les côtes septentrionales de la Laponie où plusieurs de ses membres ont séjourné durant l'hiver. M. Durocher, qui avait suivi jusque-là le reste de la Commission, n'y a pas prolongé son séjour aux environs d'Alten et d'Hamerfest aussi longtemps que plusieurs autres de ses collègues. Il est parti avec M. Gaimard au commencement de l'automne pour se rendre à Saint-Pétersbourg, en traversant le plateau de la Laponie et ensuite toute la Finlande, où il a fait de nombreuses observations.

» L'exploration géologique de la Finlande lui a été facilitée, ainsi qu'il nous l'apprend dans son Mémoire, par l'avantage qu'il a eu d'avoir pour compagnon de voyage, durant presque tout le temps qu'il a passé dans ce pays, M. Albrecht, ingénieur des mines de Freyberg, qui s'y trouve chargé de la direction de diverses mines.

» M. Durocher a fait ensuite avec M. Gaimard, dans l'intérieur de la Russie et de la Pologne, puis dans le nord de l'Allemagne et en Danemarck, un long circuit qui ne s'est terminé qu'au mois de juin 1840.

» Aucune des parties de ce voyage, de plus d'un an, n'a été inutile à M. Durocher pour le Mémoire qui fait l'objet de notre Rapport, et peu d'observateurs ont eu l'occasion d'étudier sur une aussi grande étendue qu'il a pu le faire, les phénomènes d'érosion et de transport dont le nord de l'Europe conserve l'empreinte. Il a traversé presque toutes les contrées qui en ont été le théâtre, il y a examiné avec soin toutes les circonstances qui lui ont

paru avoir quelque relation avec ces phénomènes, et il a ajouté à ses observations, celles qu'ont bien voulu lui communiquer les géologues résidant dans les contrées qu'il a parcourues. Il a complété son travail en extrayant des descriptions locales un grand nombre de faits de détail dont la vue, même rapide, des localités met toujours à même de mieux apprécier l'importance.

» L'ensemble de phénomènes d'érosion et de transport que M. Durocher décrit dans son Mémoire, a souvent été désigné sous le nom de *diluvium du nord*, ou de *diluvium scandinave*. L'auteur conserve cette expression de *diluvium*, et il serait en effet difficile de bannir subitement de la science une locution consacrée par un aussi long usage; cependant, comme le mot de *diluvium* implique l'idée d'un mouvement des eaux, et comme d'un autre côté, la théorie des phénomènes dont il s'agit est un objet de controverse; peut-être serait-il plus convenable d'employer des expressions qui ne fissent allusion qu'à des faits hors de contestation. Telle serait par exemple celle de *terrain erratique* appliquée, à l'exemple de M. de Charpentier (1), au vaste dépôt dont font partie les blocs de roches transportés loin de leur place originaire, qu'on nomme *blocs erratiques*. Peut-être même pourrait-on hasarder l'expression de *phénomène erratique*, pour désigner le phénomène ou l'ensemble de phénomènes qui a abouti au transport de ces blocs jusqu'à leur position actuelle.

» Ce phénomène, soit qu'on l'appelle *diluvien* ou *erratique*, ou qu'on lui donne quelque autre nom mieux approprié, est, sans contredit, un des plus remarquables dont la Géologie nous ait révélé l'ancienne existence; c'est aussi un de ceux qui occupent le plus fortement aujourd'hui l'attention des géologues, excitée depuis longtemps par les mémorables observations de Saussure, de Pallas, de sir James Hall, de M. de Buch, et réveillée en dernier lieu par les efforts infatigables de MM. de Charpentier, Agassiz, Sefström (2) et de plusieurs autres savants pleins de zèle et d'activité.

---

(1) *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône.*

(2) Beaucoup d'observations importantes sont consignées dans les ouvrages publiés récemment par ces trois célèbres naturalistes, savoir :

Notice sur la cause probable du transport des blocs erratiques de la Suisse; par M. J. de Charpentier, *Ann. des Mines*, 3e série, t. VIII (1835), p. 219. — *Essai sur les glaciers et le terrain erratique du bassin du Rhône;* par M. de Charpentier; Lausanne, 1841.

» On distingue dans le vaste ensemble du phénomène erratique plusieurs circonstances plus ou moins complétement distinctes, telles que l'érosion, l'usure et le polissage des rochers, la production de volumineux déblais, leur dissémination sur une surface immense.

» L'érosion, qui a démantelé et usé les rochers, a laissé sur leur surface des sillons et des stries qui ont commencé depuis longtemps à attirer l'attention des observateurs et qui la fixent de plus en plus. Ces sillons et ces stries qu'on a comparés, suivant une expression de de Saussure, à des *ornières* dues au transport des blocs erratiques, avaient été remarqués, il y a déjà longtemps, en Suède, par M. de Lasteyrie, et, depuis cette époque, par M. Brongniart, qui, en 1824, dans son voyage en Norwège et en Suède, les signala à l'attention de M. Berzélius (1).

» Dans ces derniers temps ils ont été, de la part de MM. Sefström et Siljeström, en Suède, et de la part de M. W. Böhtlingk et de plusieurs autres observateurs, en Finlande et en Russie, l'objet d'un examen approfondi. M. W. Böhtlingk, dont les sciences déplorent la mort récente et prématurée, avait été chargé par l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg de faire, en 1839 (l'année même du voyage de M. Durocher) l'exploration géologique de la Laponie russe. Il a parcouru cette contrée ainsi que la Finlande pendant les étés de 1839 et de 1840 (2). Un résumé de ses observations, adressé, par lui, à l'un de vos Commissaires, a été communiqué à l'Académie l'été dernier et inséré dans le *Compte rendu* (3).

» M. Durocher ajoute, à son tour, son contingent à la réunion déjà imposante des travaux dont le phénomène erratique a été l'objet. Ses observations relatives aux surfaces polies et aux stries se sont étendues depuis les bords de la mer Glaciale, aux environs d'Alten, jusque dans le midi de la Finlande, et depuis les bords du golfe de Bothnie jusqu'au lac Ladoga.

» Dans le nord de l'Europe, les sillons et les stries s'observent sur toutes les roches qui ont été assez dures pour les recevoir et assez résis-

---

— *Études sur les glaciers;* par M. Agassiz; Neuchâtel, 1840. — *Sur les sillons tracés à la surface des rochers de la Scandinavie;* par M. Sefström. *Annalen der Physik und Chemie von Poggendorff,* t. XXXXIII, p. 533 (1838).

(1) *Annales des Sciences naturelles,* t. XIV, p. 16 (1828).

(2) Voyez le Rapport sur un voyage dans la Finlande et la Laponie, par M. W. Böhtlingk, lu à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, le 31 janvier 1840, et imprimé dans le Bulletin scientifique de cette Académie, t. VII.

(3) *Compte rendu des séances de l'Académie,* t. XII, p. 1224.

tantes pour les conserver. Ils se présentent avec plus ou moins de netteté, suivant la nature de la roche. Sur le schiste argileux et les roches amphiboliques, dont sont en grande partie composées les montagnes qui environnent le golfe d'Alten en Laponie, les stries et les sillons sont très-bien marqués. La roche amphibolique est dure, à grains fins, ou compacte, et comme elle est plus résistante que le schiste argileux, les stries ou petites cannelures cylindriques ayant depuis quelques lignes jusqu'à un demi-pouce de diamètre y sont restées sans altération, tandis que le schiste argileux n'a conservé que les larges sillons d'une profondeur de 2, 3 et 4 pouces, et d'une largeur de quelques pouces à un demi-pied et plus.

» Sur le calcaire qui entre dans la composition des mêmes montagnes, M. Durocher n'a pas observé de sillons: ce calcaire entremêlé de cristaux d'amphibole n'est pas aussi propre que celui du Jura à conserver des stries délicates. Sur les rochers de calcaire de transition de la Russie, on n'a pas non plus observé de sillons, soit qu'il n'y en ait point eu primitivement, soit plutôt qu'ils aient été effacés, car M. Murchison en a observé récemment sur les calcaires de l'île de Dago, dans la mer Baltique.

» Parmi les rochers le plus répandus en Finlande, c'est le granite sur lequel les sillons sont le plus généralement conservés, mais pas également bien sur les deux variétés de cette roche ; ainsi à la surface du granite à grains fins, qui est le plus dur et le moins décomposable, ils sont beaucoup plus nets et leur contour est bien mieux dessiné qu'à la surface du granite à gros grains, ou *rapakivi*. Il est même rare que celui-ci présente des stries très-fines, parce qu'il est trop facilement attaquable et qu'il a beaucoup de facilité à se fendre et à se briser.

» Sur la surface des granites de la Finlande, le diamètre des stries est au plus de quelques lignes ; celui des sillons varie de quelques pouces jusqu'à un pied et plus. Ils sont parallèles entre eux, et souvent la surface d'un large sillon est cannelée de petites stries. Mais il arrive quelquefois que dans un même lieu, sur un même rocher, on observe plusieurs directions différentes de sillons et de stries. Dans ce cas, les directions des deux séries ne font jamais entre elles qu'un angle peu considérable de 10 à 12 degrés au plus : tantôt on a des stries très-fines dans une direction et de larges sillons dans l'autre direction, tantôt ce sont de larges sillons qui se coupent les uns les autres, enfin souvent on a des stries et sillons dans les deux sens. M. Durocher cite, dans son Mémoire, un grand nombre d'exemples de toutes ces circonstances.

» Le phénomène des sillons et des stries est indépendant de la stratifi-

cation. Il s'observe sur des roches non stratifiées telles que le granite ou le diorite aussi bien et souvent même mieux que sur les roches stratifiées, et sur ces dernières la direction des sillons et des stries forme souvent un angle plus ou moins considérable avec celui des couches. Ainsi, sur les bords du golfe d'Alten, la direction des couches du schiste argileux est exactement du nord au sud magnétique, tandis que celle des sillons qui sont tracés, dans le même alignement et plus nettement encore, sur les roches amphiboliques non stratifiées que sur le schite argileux, est du N. 15° O. au S. 15° E. magnétique.

» Ici la direction des sillons et des stries ne fait avec celle des couches qu'un angle de 15°; mais M. Durocher cite un grand nombre d'exemples où l'angle est beaucoup plus considérable et où les deux directions sont même à peu près perpendiculaires l'une à l'autre.

» Les points les plus favorables pour l'observation des sillons et des stries sont les surfaces aplaties qui couronnent les montagnes ou les monticules. Sur les pentes des montagnes un peu escarpées il est plus rare d'en trouver et ils y offrent beaucoup moins de régularité, ce qui tient vraisemblablement à ce que l'influence des pentes a modifié le phénomène qui leur a donné naissance; mais quand ils y existent ils se présentent avec des circonstances peut-être plus remarquables encore que sur les surfaces horizontales, et qui indiquent dans la force qui a produit les sillons une tendance particulière à les tracer horizontalement.

» Sur les bords du lac Ladoga, entre Lahdenpoja et Réuskula, il y a des montagnes de granite à grains fins en forme de dômes et de ballons. M. Durocher y a observé plusieurs fois les traces de l'érosion diluvienne dirigées au N. 22, 23 et 25° O. magnétique, et il y a remarqué une circonstance singulière qui se présente quelquefois ailleurs, mais pas d'une manière aussi frappante qu'ici : sur les flancs de rochers très-inclinés et même presque verticaux, il a vu des sillons creusés profondément suivant des lignes horizontales; leur section verticale est à peu près un demicercle de 1 à 1 $\frac{1}{2}$ et 2 pieds de diamètre, la face verticale du rocher est ainsi cannelée horizontalement; cette disposition, qui rappelle les sillons horizontaux observés par de Saussure sur la face verticale du mont Salève, près de Genève (1), fait présumer que la force qui a creusé les sillons devait avoir une très-grande énergie.

---

(1) Saussure, *Voyages*, § 221.

» Ces sillons latéraux se combinent quelquefois avec les sillons ordinaires sur la surface d'un même monticule, de manière à l'envelopper entièrement; car en Finlande surtout et aussi en Laponie, tous les monticules d'une faible hauteur et même ceux qui étant plus élevés ne sont point terminés par des pentes rapides, offrent des marques de polissage et de cannelure sur toute leur surface, sur leur sommet et sur toutes leurs pentes, de quelque côté qu'elles soient exposées : et alors les sillons du milieu, qu'on peut appeler *normaux* comme représentant la véritable direction, sont toujours situés dans des plans verticaux parallèles dirigés du N.-N.-O. au S.-S.-E. magnétiques, tandis que les sillons latéraux ont une légère tendance à suivre les sinuosités du monticule, de manière à rester dans un même plan horizontal.

» De là il résulte qu'en Finlande les monticules granitiques ont presque toujours une forme extérieure qui, considérée dans son ensemble, paraît être en intime relation avec la cause qui a tracé les sillons : toute leur surface est parfaitement polie, elle n'offre aucun angle saillant; dans quelque sens qu'on fasse une coupe, on a une courbe continue et arrondie qui ne présente d'autres inégalités que les cannelures diluviennes; la coupe transversale a ordinairement la forme d'une demi-ellipse entamée par des sinuosités arrondies. De plus, le monticule a en général une forme plus ou moins allongée dans le sens des sillons, de sorte qu'en faisant des coupes horizontales à différentes hauteurs, on a une série d'ellipses dont les grands axes ont à peu près la direction des sillons. Ce fait est très-fréquent lorsque le monticule a de petites dimensions et qu'il est composé uniquement de granite, surtout si c'est du granite à gros grains. Toutefois cette forme n'est pas restreinte aux rochers granitiques, car l'auteur cite un rocher de schiste argileux des environs du golfe d'Alten, en Laponie, dont la surface est cannelée dans son entier par l'effet du phénomène erratique. Celles des cannelures qui passent sur la surface supérieure du rocher, vers le milieu de sa largeur, restent constamment dans des plans verticaux à peu près parallèles. Elles s'élèvent et s'abaissent sur les pentes du rocher, sans éprouver de déviation; sur les côtés, au contraire, les cannelures semblent plutôt suivre les contours du monticule, de manière à former des lignes presque horizontales qui s'abaissent seulement en approchant des deux extrémités du rocher.

» Cette forme des rochers tend à faire supposer que la force érosive du phénomène erratique a dû avoir une grande puissance pour abattre tous

les angles saillants de la pierre et lui donner une courbure allongée dans le sens des sillons.

» Il est à remarquer cependant que cette forme arrondie et cannelée dans tous les sens ne s'observe en Finlande que sur les monticules peu élevés; car sur les montagnes escarpées qui dépassent une centaine de pieds d'élévation, le côté de la pente exposé au S.-S.-E. n'offre pas de traces de cannelures, et conserve même ses anfractuosités originaires, circonstance qui, comme l'ont remarqué MM. Sefström et Böhtlingk, permet de juger de quel côté est venue la force qui a tracé les sillons. En Suède, d'après les observations de MM. de Lasteyrie, Sefström et autres, la conservation des anfractuosités, du côté des monticules situés à l'abri des chocs, est encore plus générale.

» Outre les formes particulières des sillons et celles qu'ils impriment aux monticules sur lesquels ils sont tracés, M. Durocher s'occupe aussi de leurs directions dominantes. Ces directions, sans être complétement uniformes, sont cependant soumises à des lois d'une régularité remarquable.

» Dans le nord de Finmarck, sur les montagnes qui environnent le golfe d'Alten, on voit, en plusieurs endroits, la surface des rochers polie et couverte d'un grand nombre de sillons et stries parallèles dont la direction générale est du N. 15° O. au S. 15° E. de la boussole, ou du N. 26° O. au S. 26° E. du monde (1).

» M. Durocher cite, comme un des endroits où les sillons sont très-bien marqués et où on peut les poursuivre sur une assez grande étendue, le sommet de la montagne de Raipas (Raipaswara) où l'on exploite actuellement un filon de cuivre; ce point est à 2500 pieds environ au-dessus du niveau de la mer : là se trouve un plateau dont la surface ondulée offre plusieurs monticules très-bas qui ont été polis et sillonnés par le phénomène erratique dans la direction du N.-N.-O. au S.-S.-E. magnétique.

» On peut encore voir des traces de polissage et de creusement sur les rochers de la côte occidentale du golfe d'Alten, entre Kaafiord et Talvig. Ces rochers sont peu élevés et s'étendent dans la direction du nord au sud. Ils sont polis et striés dans le même sens qu'à Raipas, mais on observe ici une circonstance particulière, c'est qu'il y a des sillons disposés en lignes horizontales et d'autres un peu inclinés, qui coupent les premiers et qui

(1) Au cap nord la déclinaison était, lors de l'expédition, d'environ 11° à l'ouest.

s'enfoncent insensiblement jusqu'au-dessous du niveau de la mer, comme si la force qui les a produits avait été contrainte de s'incliner peu à peu sous l'influence de la pesanteur. Un fait analogue s'est aussi présenté à l'auteur dans le midi de la Finlande. Sur la surface des rochers situés à l'ouest de la ville d'Helsingfors, il a observé que les sillons diluviens s'abaissent peu à peu en conservant leur même direction, à laquelle celle de la côte est tantôt oblique et tantôt perpendiculaire, et qu'ils s'enfoncent jusque au-dessous du niveau de la mer.

» Dans la partie de la Laponie que l'expédition a traversée, d'Alten à Tornéo, le phénomène erratique a laissé des traces qui, sans être fort nombreuses, sont néanmoins assez bien marquées, surtout dans la partie septentrionale, pour attester son passage sur cette contrée. A un peu plus de 5 milles de la côte, presque immédiatement après être arrivé sur le haut de ce vaste plateau, élevé de 750 mètres, qui s'étend sur une grande partie de la Laponie norwégienne, M. Durocher a eu l'occasion d'observer les stries à la surface de plusieurs rochers. Elles se dirigeaient du N. 2 ou 3° E. au S. 2 à 3° O. Ces sillons se trouvaient sur des roches de micaschiste dont les couches étaient faiblement inclinées et dirigées du N. 25° O. au S. 25° E., faisant ainsi avec celle des stries un angle de 27 à 28°.

» En Finlande, la direction des sillons et des stries s'éloigne généralement du méridien magnétique un peu plus qu'elle ne le fait en Laponie. Elle présente quelquefois de fortes déviations : ainsi, entre Brahestad et Gamle Carleby, peu de temps après avoir quitté *Hannilla*, on trouve sur des roches de granite à gros grains et à grains fins, des sillons et stries parfaitement marqués.

» La direction de ces traces fait ici un angle très-fort avec le méridien magnétique; elle est du N. 69° O. au S. 69° E. magnétique. A mesure qu'on avance vers le sud, on voit cet angle diminuer jusqu'à ce qu'il se régularise entre le N. 20° O. et le N. 30° O., de manière à osciller autour d'une direction normale N. 25° O. magnétique. Cette moyenne résulte d'un grand nombre de mesures que l'auteur a consignées dans son Mémoire et que nous croyons inutile de transcrire.

» M. W. Böhtlingk a observé de son côté des faits tout à fait semblables, qu'il a résumés en disant que dans la Finlande les couches et les feuillets des roches cristallines schisteuses se dirigent communément de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., tandis que les stries et les sillons se dirigent du N.-N.-O.

au S.-S.-E., en traversant pour la plupart à angle droit les lignes de stratification (1).

» Cette uniformité dans la direction générale du phénomène se maintient avec de faibles variations sur des surfaces immenses. M. le professeur Sefström, ayant eu l'occasion de parcourir, dans l'été de 1840, la côte occidentale du golfe de Bothnie, a trouvé que les stries y sont dirigées du N.-O. au S.-E. (2), c'est-à-dire à peu près dans le même sens qu'en Finlande. Ainsi, dans la Laponie, le nord de la Suède, l'ouest et le midi de la Finlande, la direction moyenne des sillons et des stries tend constamment à se rapprocher d'une direction presque uniforme, et il est extrêmement remarquable de voir que cette direction est à peu près celle des principales vallées et des principaux lacs.

» Une constance analogue, mais avec une direction moyenne un peu différente, s'observe dans le midi de la Suède, où elle a été indiquée depuis longtemps par M. Brongniart (3), et signalée de nouveau plus récemment, d'après un grand nombre d'observations, par M. Sefström (4). Les directions éprouvent, il est vrai, en Suède, des variations assez fréquentes; elles passent souvent, et dans des lieux voisins, d'un côté à l'autre de la ligne N.-S., et elles s'en éloignent jusqu'à 25 et 30°. M. Sefström pense néanmoins que la direction normale doit être considérée comme étant, pour la Suède, du N.-N.-E. au S.-S.-O., et que toutes les lignes du N.-N.-O. au S.-S.-E. sont des déviations produites par l'influence des accidents du terrain et de différentes élévations du sol; il les appelle *stries latérales* relativement à ces élévations. Cet habile observateur trouve une confirmation de l'idée de prendre pour direction normale une ligne tirée du N.-N.-E. au S.-S.-O. magnétique, dans le parallélisme de cette même ligne avec la direction des deux grands lacs Wenern et Wetern et des deux îles de Gothland et d'Oland, ainsi que des bancs de sable qui en forment le prolongement.

» L'étude attentive d'une carte un peu détaillée de la Finlande confirme exactement de la même manière le choix que M. W. Böhtlingk et M. Durocher ont fait de la ligne du N.-N.-O. au S.-S.-E. magnétique pour repré-

---

(1) W. Böhtlingk, *Rapport sur un voyage dans la Finlande et la Laponie*, lu à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, le 31 janvier 1840. *Bulletin scientifique*, t. VII.

(2) W. Böhtlingk, *Objections à la théorie de* M. Agassiz. *Bulletin scientifique*, t. VIII.

(3) *Annales des Sciences naturelles*, t. XIV, p. 16 (1828).

(4) *Annalen der Physik und Chemie von Poggendorff*, t. XLIII, p. 533 (1838).

senter la direction moyenne des sillons et des stries d'érosion. La Finlande et la partie adjacente de la Russie présentent une foule de vallées dont la direction moyenne est précisément celle qui vient d'être indiquée, et dont le fond est souvent occupé par des lacs plus ou moins allongés dans cette même direction. Les lacs Ladoga et Onéga, malgré leur grande étendue, n'échappent pas à cette loi. Cette direction est même imprimée d'une manière manifeste aux principales dentelures de la mer Blanche et à une grande partie de la vallée de la Dwina qui se décharge dans cette mer près d'Archangel.

» Cette loi de parallélisme est sujette à moins d'exceptions en Finlande qu'en Suède, en raison de ce que la Finlande ne présente pas des montagnes comparables à celles auxquelles se rattachent en Suède les déviations observées dans les directions des sillons d'érosion et des vallées.

» L'intérieur de la Finlande est un grand plateau ondulé, ayant pour base un massif de granite et de gneiss dont la surface est tuberculeuse, et présente çà et là des proéminences arrondies. Entre ces proéminences s'étendent des dépressions plus ou moins vastes qui, suivant leur largeur, peuvent être qualifiées de vallées ou de plaines, et dont les parties les plus basses sont occupées par les lacs dont nous avons parlé il y a un instant.

» Le sol de ces dépressions, lors même qu'il n'est pas occupé par les eaux de ces lacs ou par des marécages, ne présente pas généralement à découvert les roches fondamentales de la contrée. Leur fond est occupé et souvent nivelé par un grand dépôt de sable, de graviers et de cailloux roulés, qui couvre ainsi une grande partie du pays.

» Ces matériaux de transport, qui, sans atteindre les points culminants de la contrée, en couvrent une partie considérable, affectent deux modes de distribution que M. Durocher a judicieusement distingués.

» Quelquefois ils sont disposés en collines allongées dans une direction parallèle à celle des sillons et des stries imprimés sur la surface des roches proéminentes. Plus souvent ils constituent un grand dépôt uniforme dont la surface supérieure est parfaitement unie.

» M. Durocher cite un certain nombre d'exemples de la première disposition, et il a été frappé des traits de ressemblance qui existent entre ces collines de sable et de blocs erratiques et les *ösars* de la Suède que M. Brongniart (1) a signalés depuis longtemps à l'attention des géologues

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. XIV, p. 14 (1828).

et qui sont de longues traînées de matières de transport, en forme de digues ou de levées dirigées le plus généralement du N.-N.-E. au S.-S.-O., comme les sillons d'érosion (1).

» Cette disposition linéaire est du reste comparativement assez rare en Finlande, et la plus grande partie des matériaux de transport qui couvrent dans ce pays de si grands espaces, sont disposés d'une tout autre manière, dont l'équivalent existe aussi en Suède, mais sans y être aussi prononcé. C'est un dépôt de sable, de gravier et de cailloux roulés, généralement granitiques, dont la surface supérieure est unie, et qui est grossièrement stratifié. Son épaisseur est très-variable; en plusieurs points, on l'a reconnue être de 30 à 40 pieds. Il a comblé jusqu'à une certaine hauteur les profondeurs existantes entre les montagnes, de sorte que les collines les plus basses y ont été ensevelies, tandis que les sommets les plus élevés sont restés au-dessus et n'en présentent pas ordinairement de traces.

» Un dépôt à peu près analogue s'étend sur le grand plateau du nord de la Laponie, quoique son élévation soit dans presque toute son étendue, de 750 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ce plateau paraît généralement formé de roches stratifiées en couches peu inclinées, mais on en trouve rarement des affleurements; elles sont presque partout recouvertes d'un détritus argileux mêlé de sable et de graviers, provenant de la destruction de roches feldspathiques, qui s'étend uniformément sur toute la surface de la contrée, quoiqu'il ne paraisse pas avoir une très-grande épaisseur. On y trouve disséminés en assez grande abondance, des blocs de nature variée qui proviennent des roches situées dans le voisinage, et même en partie de celles qui existent directement au-dessous du dépôt. Ces blocs ont quelquefois de très-grandes dimensions, leur épaisseur ordinaire est de 1 mètre à $1^{m},3$; ils sont à moitié ou souvent tout à fait enfoncés dans le détritus; pour la plupart ce sont des blocs de quarzite, diorite et granite: ces derniers sont les plus nombreux.

» En Finlande, le dépôt erratique à surface horizontale commence au pied, soit des monticules granitiques, soit des monticules allongés de matières de transport ou *ösars*, et il va se relier tant vers l'est que vers le sud, sans qu'il y ait d'interruption, et sans qu'on puisse trouver de ligne de séparation, avec la vaste formation de transport qui couvre les plaines de la Russie.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. XIV, p. 14 et 16 (1828).

» Quand on suit les bords du lac Ladoga, c'est un peu au sud de Pitkaranta et un peu au nord de Kexholm que l'on voit disparaître les formations géognostiques de la Finlande. Elles s'enfoncent sous ce vaste dépôt qui s'étend sur une partie si considérable de la Russie. Sur les côtes du golfe de Finlande, les rochers se prolongent un peu plus avant vers le S.-E., ils ne cessent qu'au midi de Viborg.

» L'horizontalité caractéristique des plaines de la Russie est due à deux circonstances géognostiques : la position presque rigoureusement horizontale des terrains stratifiés qui forment en ce pays la croûte solide du globe, et le dépôt de sable qui s'est étendu dessus.

» Ce dépôt s'est formé régulièrement, par lits stratifiés, et rien n'y indique l'existence de courants très-violents. C'est généralement un sable quartzeux, quelquefois entremêlé de graviers et de galets ; on y trouve aussi des couches d'une argile grossière alternant avec celles de sable. Cette formation doit être fort puissante : en beaucoup d'endroits, dans les ravins et dans les vallées des fleuves, elle se présente à découvert sur une épaisseur d'une trentaine de mètres et plus.

» Le dépôt erratique s'est étendu sur la Lithuanie et sur presque toute la Pologne ; on le trouve répandu dans le sud sur la Podolie, le gouvernement de Lublin, sur les pentes nord et sud des montagnes centrales du gouvernement de Sandomir, sur les bords de la Pilica inférieure, et on le voit passer de là au dépôt diluvien de la Silésie et des plaines du nord de l'Allemagne. Il existe aussi sur toute la surface du Danemarck un dépôt de matières de transport : dans les lieux où se trouvent des falaises crétacées, comme à Stevensklint, il n'a que quelques pieds d'épaisseur, mais ailleurs on l'a percé jusqu'à une profondeur de plus de 60 mètres sans atteindre sa limite inférieure.

» Dans le dépôt erratique du Danemarck, on a trouvé un grand nombre de coquilles d'espèces qui vivent encore aujourd'hui dans les mers voisines, telles que *Balanus, Sexicava, Tellina baltica, Venus islandica*. M. Beck y a reconnu plus de 70 espèces dont les analogues sont encore vivants; dans le sable les coquilles sont moins abondantes et très-souvent brisées, mais dans l'argile elles sont dans un état parfait de conservation et les deux valves sont souvent réunies. Ainsi ce dépôt a dû se former dans des circonstances physiques peu différentes de l'état actuel de ces mers. Il existe également un dépôt analogue en Suède, qui, comme nous l'avons dit, est bien distinct des longues traînées de débris en forme de levées appelées *ösars*. Ce dépôt constitue le sol des plaines sableuses qu'on trouve dans la partie méridionale

de ce royaume, mais qui n'ont pas une très-grande étendue. On a aussi observé près des rivages de la mer, tant sur la côte orientale que sur la côte occidentale, des dépôts qui portent tout le cachet d'une formation tranquille, par exemple auprès de Stockholm, à Sudertelge, Thorshalla, Arboga, autour des rives du lac Mæler; aux environs d'Upsal, de Gœfle, à Soderhamm, à 50 lieues au nord de Stockholm où ils ont été examinés en 1838 par M. Eugène Robert (1), dans la vallée de Coppelbacken au sud d'Uddevalla, à Uddevalla même où M. Brongniart l'a observé en 1824; à Gothenburg et un peu à l'intérieur des terres dans la vallée du Gotha-Elf, entre Gothenburg et Trolhatta. Ces dépôts sont stratifiés, et la présence de coquilles semblables à celles aujourd'hui vivantes et bien conservées, montre qu'ils ont été produits, pendant une période de tranquillité. M. Brongniart a trouvé des balanes adhérentes à la surface du gneiss d'Uddevalla. Il faut aussi ranger dans la même catégorie les dépôts de gravier coquiller qui enveloppent le pied des montagnes de la Norwège et y forment des terrasses horizontales, et peut-être doit-on y rapporter également certains dépôts observés en Laponie, près d'Alten où l'on voit dans des plaines basses et sur certaines plages des plateformes ou terrasses formées de sable marin souvent coquiller. Tous ces dépôts présentent entre eux les plus grandes analogies de nature et de gisement.

» D'un autre côté le dépôt coquiller du Danemarck dont l'analogie avec ceux de la Suède et de la Norwège est complète, se relie sans interruption avec celui de la Poméranie et du nord de l'Allemagne, et il paraît en être l'équivalent.

» Il paraît donc que ce vaste ensemble de dépôts remonte à une période pendant laquelle tout le nord de l'Europe était immergé dans les eaux de la mer plus profondément qu'aujourd'hui.

» C'est principalement à la surface de ce vaste terrain de transport que s'observent les blocs erratiques, mais il s'en trouve également dans son intérieur à toutes sortes de profondeurs. Quand la surface est horizontale ou quand elle est inclinée vers le sud, on y remarque peu de blocs et ils sont alors disséminés irrégulièrement. En Russie, en Pologne, en Danemarck et dans le nord de l'Allemagne, comme l'ont observé depuis longtemps MM. de

---

(1) Rapport de M. Cordier, sur les collections et observations géologiques recueillies en 1838 et 1839, pendant l'expédition nautique et scientifique du nord, par M. Eugène Robert; *Comptes rendus*, t. XII, p. 719.

Buch, Wrede, Schultz, Brongniart (1), etc., les blocs erratiques forment des amas sur les points les plus élevés de la contrée. Ils sont ordinairement groupés sur les collines et chaînes de collines qui interrompent les plaines; ils y sont disposés suivant des lignes ou bandes dont la direction n'est pas constante, mais s'écarte peu de la ligne N.-S. Souvent aussi ils forment sur les pentes des collines des bandes horizontales en demi-anneaux qui présentent leur côté convexe vers le nord.

» Indépendamment des blocs erratiques répandus sur la surface, on en trouve aussi, comme nous venons de le dire, à toutes les hauteurs dans le terrain erratique. On a particulièrement observé ce fait en Danemarck dans les falaises de la partie nord de l'île de Seelande où l'on a remarqué qu'ils sont semblables depuis le bas jusqu'au haut et ne diffèrent pas de ceux qui sont à la surface; généralement ils sont moins nombreux dans les couches d'argile que dans celles de sable; leur grand axe est ordinairement horizontal, mais cela n'a pas toujours lieu: quelquefois il est plus ou moins incliné et même vertical, comme si le bloc était tombé tout d'un coup et s'était enfoncé dans l'argile.

» Les blocs erratiques proprement dits, c'est-à-dire ceux d'une grande dimension, ne sont jamais arrondis, et même les plus gros ont les arêtes si aiguës qu'on n'y voit pas la moindre trace de frottement; et dans le cas où leurs angles sont émoussés, ce résultat peut être attribué à l'effet encore agissant des agents atmosphériques.

» Cette parfaite conservation des arêtes et des angles des blocs erratiques devient un fait extrêmement curieux lorsqu'on remarque en même temps que la plupart d'entre eux ont été transportés d'une distance très-considérable. On s'assure de cette dernière circonstance en rapprochant chaque bloc des roches d'une nature identique qui seules ont pu le fournir, et qui souvent ne se trouvent en place que dans un éloignement de plusieurs centaines de lieues. Sous ce rapport, la composition variée des blocs ajoute beaucoup à l'intérêt de leur observation et à celui des déductions qu'on peut en tirer.

» Les indices d'un transport lointain ne sont pas très-fréquents en Laponie ni en Finlande. Les blocs erratiques y sont le plus souvent analogues aux roches qui forment les collines du voisinage. Cependant, au nord du lac Ladoga, dans le dépôt de graviers et cailloux roulés, on trouve quel-

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. XIV, p. 9 (1828).

ques blocs de quarzite dont il n'y a d'analogues en place qu'à 70 verstes (15 lieues environ) plus au nord. Mais c'est dans les vastes plaines du centre de l'Europe, en Russie, en Pologne et dans le nord de l'Allemagne que l'on voit abonder les preuves d'un transport singulièrement étendu.

» En Russie, depuis Saint-Pétersbourg et Moscou jusqu'au Niémen, on remarque des blocs de roches très-variées que M. Durocher rapporte à 14 variétés différentes, dont il donne une énumération détaillée en indiquant pour chacune d'elles le gîte originaire qui a pu la fournir. Tous ces gîtes sont situés en Finlande. Pour faire avec sûreté de pareils rapprochements, il fallait une grande habitude de reconnaître à la première vue les minéraux variés qui distinguent ces roches les unes des autres, faculté que l'auteur possède en effet à un degré remarquable.

» Les blocs de *rapakivi* ou granite glanduleux de la Finlande, sont les plus abondants et fournissent les renseignements les plus certains, parce que c'est une roche bien caractérisée qui ne peut provenir de nulle part ailleurs que du gouvernement de Viborg dans le S.-E. de la Finlande. En allant de Saint-Pétersbourg à Moscou, on en trouve tout le long de la route; ils commencent seulement à disparaître entre Twer et Moscou, mais au sud de Moscou on n'en trouve plus; en mesurant la distance du point extrême où l'on en voit jusqu'à leur point de départ, on trouve qu'ils ont été transportés à une distance de 140 à 150 lieues. Certains blocs de grès que M. Rosumowsky cite à Memel et qui sont venus du lac Onega ont dû parcourir une distance de 245 lieues.

» En Pologne, les blocs de granite sont les plus nombreux et il y en a de plusieurs variétés différentes dont M. Durocher donne l'énumération et parmi lesquelles on remarque toujours le *rapakivi* du gouvernement de Viborg qui a dû parcourir près de 250 lieues pour arriver jusque-là. Il y a en outre diverses espèces de syénites et de trapps qui sont les roches les plus abondantes après les granites. Les syénites viennent probablement les unes de Finlande et les autres de Suède, et les trapps doivent être venus de Suède. Après ces roches les plus répandues sont des gneiss, porphyres, quarzites grenus, et les plus rares sont des grès à gros grains, des conglomérats, micaschistes et basaltes: les micaschistes et gneiss ont pu venir de Finlande, mais toutes les autres roches appartiennent à la Suède dont les roches ne se rencontrent pas en Russie.

» En se prolongeant en Silésie et jusqu'en Saxe, le dépôt diluvien est toujours accompagné de blocs erratiques; mais à mesure que l'on s'éloigne de la Pologne, la nature de ces blocs change. Le nombre de ceux qui appar-

tiennent à des roches de Finlande diminue peu à peu, tandis que ceux apportés de Suède deviennent plus abondants. Il existe une zone fort étendue comprise entre les méridiens de Tilsitt et de Berlin, où les blocs d'origine finlandaise et d'origine suédoise se trouvent mélangés. Le méridien qu'on pourrait prendre pour ligne moyenne de séparation entre les blocs des deux origines se rapprocherait beaucoup de celui de Cracovie. Le point extrême où cessent à l'est les blocs de la Finlande n'a point encore été déterminé.

» A l'extrémité septentrionale de l'Allemagne, aux environs de Stettin, il y a un très-grand nombre de blocs erratiques qui ont jusqu'à 16 mètres de contour. On y voit quatre ou cinq variétés de granite dont l'une se rapproche beaucoup du *rapakivi* des environs de Viborg.

» Les blocs que l'on trouve dans le Danemarck doivent, à en juger par leur composition, être venus des côtes voisines de la Suède et de la Norwége: ce sont des granites, gneiss, basaltes, etc.; on y trouve la syénite zirconienne des environs de Christiania. Les blocs de granite sont les plus abondants, il y en a qui ont 5 à 6 mètres de longueur et au-delà.

» Une observation très-générale et que M. Durocher a faite partout où il a vu des blocs erratiques, c'est que les blocs de granite sont toujours les plus gros et les plus abondants, tandis que ceux de gneiss sont peu nombreux. Ce fait est d'autant plus remarquable qu'en Suède le gneiss est la roche dominante, comme on le voit sur la carte géologique de M. Hisinger, et que le granite y est comparativement peu abondant: cela tient probablement à ce que le gneiss ayant beaucoup de tendance à se fendre en plaques, a dû former beaucoup de fragments et peu de gros blocs, tandis que le granite, surtout celui à gros grains, qui est le plus abondant, a pu être détaché des rochers à l'état de blocs et rester entier dans le transport.

» La possibilité d'assigner à peu de chose près le point de départ des blocs erratiques, et de mesurer la longueur totale du trajet qu'ils ont parcouru, permet de saisir la loi suivant laquelle les transports se sont effectués. En embrassant dans son ensemble ce vaste réseau, M. Durocher est conduit à une remarque sur laquelle on a rarement insisté, et qui cependant n'est pas sans importance: c'est que, en prenant chacun des rochers qui ont fourni des blocs erratiques pour le centre d'un cercle, la région qui renferme les blocs partis de ce rocher, occupe plus d'un tiers et quelquefois presque une moitié de circonférence, de sorte que les blocs ont suivi, dans certains cas, une ligne presque perpendiculaire à la direction

générale que devait avoir la force de transport du nord vers le sud. M. Durocher cite pour exemple le *rapakivi* du gouvernement de Viborg, que l'on trouve depuis Kostroma, en Russie, jusque dans la Poméranie.

» Indépendamment de cette disposition rayonnante, les blocs présentent dans l'intérieur du vaste espace où on les observe, une disposition par zones concentriques.

» Le granite a été transporté plus loin que les autres roches et se trouve presque seul dans la zone extérieure. Les calcaires sont les roches qui ont été transportées le moins loin. Les calcaires de transition apportés de la Suède sont répandus sur les côtes de la Baltique, et n'ont pas été transportés vers le sud aussi avant que le granite. On trouve aussi des blocs calcaires en Pologne, mais M. Pusch n'y a reconnu que des blocs arrachés au calcaire jurassique qui existe dans ce pays; il n'y en a vu aucun des calcaires de transition des côtes de la mer Baltique.

» Un des points les plus importants dans l'observation des blocs erratiques consiste à fixer la limite extrême de leur dispersion. Cette limite, d'après ce qui vient d'être dit, n'est autre que la limite du transport des blocs granitiques.

» D'après les renseignements que M. le professeur Helmersen a communiqués à M. Durocher, le point extrême où les blocs ont été transportés vers l'est est Kostroma, sur le Volga. On trouve bien quelques blocs au pied de l'Ural, mais on les regarde généralement comme provenant de cette chaîne de montagnes.

» Dans la route que M. Durocher a suivie de Moscou à Smolensk et Orscha, il n'a remarqué aucun bloc erratique : ainsi la ligne qui forme leur limite doit être un peu plus au nord, mais à une très-petite distance, car auprès de Borizow, dans les marais qui entourent la Bérézina, il a vu plusieurs blocs de granite et il en a retrouvé beaucoup d'autres à 3 ou 4 lieues au nord de Minsk. Il résultait déjà des recherches de M. Rasumowsky que les blocs erratiques existent en grand nombre sur les pentes des collines qui séparent les sources du Dniéper et de ses affluents, le Bohes et la Bérézina, de celles de la Düna et de ses affluents, collines qui en se prolongeant plus vers l'ouest, séparent les sources du Niémen et de la Narew des sources du Pripet et des marais de Pinsk.

» M. le baron de Meyendorff, sur sa Carte de la Russie d'Europe, qui a été mise l'été dernier sous les yeux de l'Académie, étend un peu plus que ne le fait M. Durocher la limite des blocs erratiques dans l'intérieur de la Russie, mais sans en changer considérablement la forme; et il re-

marque dans la Notice jointe à sa Carte qu'en approchant de cette limite extrême, les blocs erratiques deviennent très-rares, de sorte que, dans la réalité, la manière dont il circonscrit le phénomène diffère très-peu de l'énoncé de M. Durocher (1).

» En quittant la Russie, la limite des blocs erratiques traverse la Pologne, où elle a été déterminée avec beaucoup de détail par M. Pusch, puis ensuite la Silésie. Elle franchit la Vistule à Stezyka, au-dessus de Varsovie et l'Oder, au sud d'Oppln, au-dessus de Breslau. Plus loin, elle longe la frontière qui sépare la Saxe de la Prusse, passe près de Leipzig, contourne le pied des montagnes du Hartz, et atteint les côtes de la mer du Nord en traversant les Pays-Bas. Elle embrasse aussi les côtes orientales de l'Angleterre, où M. le professeur Sedgwick, M. Lyell (2) et plusieurs autres géologues ont fait, sur le terrain erratique, des observations du plus grand intérêt.

» M. Durocher fait remarquer qu'en traçant une ligne par les principaux points indiqués comme marquant la limite des blocs granitiques, elle forme presque une demi-circonférence dont Stockholm est le centre, et qui a pour rayon la distance de Stockholm à Moscou (environ 280 lieues).

» Ce n'est pas seulement en Russie que les blocs erratiques commencent par devenir de plus en plus rares avant de disparaître tout à fait. La même chose a lieu en Pologne et en général dans la plus grande partie du contour circulaire dans lequel ils sont renfermés; mais cette règle générale cesse de s'observer là où le contour devient irrégulier. Ainsi l'on

---

(1) Voici comment s'exprime à cet égard M. le baron de Meyendorff.

« Les versants sud de la Desna et de l'Oka sont, pour le nord, les limites de la dis-
» tribution des blocs erratiques. Cette même frontière est celle des terrains tertiaires en
» *grands bassins* et de tous les terrains crayeux. C'est encore celle des terrains noirs, de
» cet humus végétal qui s'étend des Carpathes à l'Oural sans dépasser au nord la Desna
» et l'Oka.

» Descendus du cône cristallin de la Finlande, les courants de blocs erratiques ont
» formé comme amas principal, la hauteur de partage des versants baltiques et de ceux
» de la mer Blanche et de la mer Noire, depuis l'Onéga à travers le Walday jusqu'à
» Orscha; de plus ils ont déposé des masses immenses de blocs en nids, pres de
» Vitepsk, au sud de Smolensk près de Ielna, surtout près de la Jizdra. Au-delà de ces
» points les blocs erratiques ne se rencontrent plus qu'isolés et ils finissent enfin à la
» limite indiquée sur la carte (*). »

(2) Lyell, *Éléments de Géologie*, 2e édition, t. I, p. 226.

(*) A. de Meyendorff, Lettre à M. Élie de Beaumont; *Annales des Mines*, 3e série, t. XX (1841).

peut remarquer que sur la ligne du Hartz, de la Saxe et de la Silésie, le cercle que nous avons tracé est entrecoupé de dentelures situées en dedans de la circonférence. Dans ces mêmes parties on ne voit pas les blocs diminuer graduellement à mesure qu'on approche de leur limite extérieure, ils y sont tout aussi abondants que 10 ou 15 lieues plus au nord, tandis que, en Pologne et en Russie, à mesure qu'on s'éloigne de la limite régulièrement circulaire des blocs pour s'avancer vers le nord, on voit leur nombre s'accroître jusqu'à ce qu'il atteigne une certaine proportion qu'il ne dépasse pas. Cela tient évidemment à ce que, dans ces parties, les blocs ont été arrêtés par suite d'un affaiblissement graduel de l'agent qui les transportait, tandis que près des dentelures ils l'ont été par la présence de montagnes qui ont empêché cet agent de transporter les blocs plus loin.

» Indépendamment des gros blocs apportés de contrées lointaines, le terrain erratique renferme aussi beaucoup de matériaux arrachés à la contrée même dans laquelle il se trouve. Ainsi, dans le nord de la Russie, MM. Murchison et de Verneuil ont observé que ce terrain présente des zones rouges ou grises, suivant qu'il recouvre le vieux grès rouge ou les terrains calcaires (1).

» Aux environs de Stettin, ainsi qu'en Poméranie, on trouve dans le terrain erratique beaucoup de fragments de succin arrachés au terrain tertiaire Éocène situé au-dessous.

» M. de Buch m'a souvent raconté que dans le terrain erratique du nord de l'Allemagne, on rencontre beaucoup de fossiles du terrain jurassique dont on ne peut concevoir l'origine qu'en admettant qu'ils proviennent de couches jurassiques qui ont été recouvertes par le terrain erratique, après avoir été démantelées par l'action même du phénomène erratique.

» En Pologne, le terrain erratique consiste, d'après M. Pusch, en couches de sable entremêlées de couches d'argile, mais le sable prédomine; il est très-fin et M. Pusch le regarde comme provenant non de la destruction de roches granitiques, mais de divers grès qui existent en Pologne, savoir : le grès houiller, le grès rouge, le grès du lias et le grès carpathique. Dans ce sable on trouve des cailloux roulés dont une partie provient également des roches de la contrée; ce sont des quarzites du terrain

---

(1) *Proceedings of the geological Society of London. March.*, 1841.

de transition et des silex du terrain jurassique. Le reste, qui forme à la vérité la partie la plus considérable, provient de la destruction de roches cristallines, telles que les granites qui n'existent pas en Pologne.

» Nous avons déjà fait remarquer que dans la partie où leur limite est régulièrement circulaire, et ne résulte pas de la présence de montagnes, les blocs erratiques de granite ne cessent pas brusquement, mais par degrés, de manière qu'en partant de leur limite extrême, et en marchant vers le nord, on voit leur nombre s'accroître, mais seulement jusqu'à une certaine proportion. Cette circonstance se rattache d'une part à la disposition par zones concentriques que nous avons déjà signalée dans la distribution des blocs erratiques, et en même temps à un autre fait qui nous reste à signaler : c'est que le terrain erratique ne cesse pas complétement à la limite des blocs venus du nord, mais qu'au midi de cette limite il présente encore une zone formée uniquement de matériaux arrachés aux contrées voisines. C'est, moins les blocs du nord, la continuation du terrain erratique où la masse des menus matériaux est généralement empruntée aux roches de la contrée et même aux roches sous-jacentes (1).

---

(1) Ce fait s'observe notamment dans les Pays-Bas, où il a été constaté par MM. d'Omalius d'Halloy, Van Breda et Dumont, et où l'un de vos Commissaires a été dans le cas de le vérifier. Les blocs de roches du nord, très-communs aux environs de Groningue, ne s'avancent pas vers le midi au-delà d'Arnhem, sur le Rhin, quoique le grand dépôt sableux qui les contient à Groningue, et qui est le prolongement direct des sables de la Westphalie, traverse lui-même le Rhin et s'étende sans interruption jusqu'aux environs de Maestricht et dans la Campine. Ici, comme en Pologne, le sable qui constitue la masse du terrain diluvien ne vient probablement pas de très-loin. Ce sable n'est, suivant toute apparence, que le résultat du lavage et du remaniement des sables du terrain tertiaire Éocène sur lequel il repose. Près de Maestricht et même dans une partie de la Campine, ce dépôt sableux contient un grand nombre de cailloux et même des blocs assez volumineux, mais qui tous appartiennent à l'Ardenne et aux montagnes des deux rives du Rhin. Ce sont principalement diverses variétés de quarzites et du quarz blanc provenant de veines et de filons dans les schistes argileux.

Des traces de phénomènes erratiques, mais dont la continuité avec les précédents n'est pas évidente, et qui pourraient être d'une date plus moderne, existent aussi dans l'intérieur de l'Ardenne. A la vérité je n'ai jamais remarqué sur les surfaces des roches de l'Eifel, de l'Ardenne, ni du Hundsrück aucune trace de stries ; mais le vaste développement des forêts et le gazon tourbeux des fagnes n'y laissent que bien peu de prise à ce genre d'observation. Le phénomène des *ösar* existe dans ces montagnes, mais sur une échelle beaucoup plus petite qu'en Suède et même qu'en Finlande. Près de Spa, à l'entrée

» Cette disposition par zones concentriques, jointe à la distribution suivant une série de lignes rayonnantes et entrecroisées, des blocs partis de différents points du nord et à la forme presque circulaire de la limite extérieure des blocs de granite, nous paraissent bien propres à mettre en lumière l'unité d'origine du vaste dépôt erratique qui couvre les plaines de la Russie, de la Pologne et du nord de l'Allemagne, ainsi que les parties basses de la Finlande et de la Suède.

» Il s'agirait maintenant de savoir quel a été le mode de formation de ce terrain.

» Jusqu'à présent, tous les phénomènes qui entrent dans le vaste ensemble dont nous avons esquissé les traits principaux dans ce rapport, savoir : la production des sillons et des stries d'érosion, celle des longues

---

des vallons de la Sauvenière et de la Géronstère, on observe des accumulations allongées de blocs de quarzite qui sont réellement de petits *ösar*. Une *öse* existe aussi à Pont-Aubert, département de l'Yonne, où j'ai eu l'occasion de l'observer en 1839, avec M. Rozet, M. le baron de Beust, Oberbergmeister de Freyberg, M. le professeur Moreau d'Avallon et plusieurs autres savants. Elle occupe un des flancs de la vallée du Cousin, près du point où cette rivière sort des collines granitiques du Morvan. Ces traînées de matériaux erratiques ressemblent complétement à celles qui dans les Vosges et ailleurs ont été qualifiées de *moraines*, mais je doute que les dénominations de *moraines de Spa* ou de *Pont-Aubert* puissent jamais entrer *sérieusement* dans le dictionnaire de la science.

Il y a loin pour la position et il y a loin aussi pour la netteté des formes entre les prétendues moraines dont je viens de parler et les moraines bien caractérisées des vallées de Chamouny et de Ferret que je cite plus loin (note de la page 102). Une grande partie des discussions qui ont lieu aujourd'hui, sur la *question erratique*, se rapportent aux nombreux intermédiaires qui existent entre ces deux termes extrêmes.

Indépendamment des amas de blocs, de cailloux roulés et de sables, le terrain erratique déployé autour des Alpes comprend un grand dépôt de limon qui est connu dans la vallée du Rhin sous le nom de *Löss* ou de *Lehm*. Le terrain erratique du Nord est également en connexion avec un grand dépôt limoneux.

En dehors des zones signalées ci-dessus dans le vaste espace occupé par le terrain erratique du nord, son bord extérieur semble encore être marqué par une grande bande limoneuse qui constitue un des terrains les plus fertiles de l'Europe.

Il existe en Pologne, d'après M. Pusch, deux formations postérieures à la période des terrains tertiaires. L'une consiste en un dépôt d'argile très-puissant qui a en certains endroits près de 200 mètres d'épaisseur et qui forme une bande s'étendant depuis Cracovie jusqu'aux rives du Bug, dans la direction du sud-ouest au nord-est. C'est une marne très-fine, d'un jaune clair; on y trouve des coquilles d'eau douce et les ossements des grands animaux fossiles, éléphant, rhinocéros, mastodonte, etc. Cette formation, appelée *Lehm*, est située au-dessous de la formation diluvienne proprement dite. Peut-

traînées de sables et de blocs nommées *ösar*, et celle du grand dépôt erratique des plaines, ont été considérés comme formant un tout dont les diverses parties sont connexes, et l'on a pensé qu'on ne pouvait chercher à expliquer aucune des circonstances observées isolément du reste.

» M. Durocher, sans méconnaître la liaison qui existe entre les différentes parties de cet ensemble, y signale cependant deux séries de faits assez distinctes dont chacune lui paraît susceptible d'une explication à part: d'un côté sont les sillons et les stries tracés sur les roches solides de la Finlande et de la Scandinavie, ainsi que les amas de matières de transport en forme de longues chaussées nommées *ösar;* de l'autre est le vaste dépôt qui renferme et qui supporte les blocs erratiques, tant dans les parties

---

être faut-il la rapprocher du limon jaune de la Hesbaye et de la Picardie qui couvre une grande partie des plateaux du nord de la France et de la Belgique, depuis Maestricht jusqu'à Lisieux.

Une autre partie du terrain erratique est bordée par une zone limoneuse qui couvre une partie de la Russie. D'après M. le baron de Meyendorff, la chaîne centrale de collines qui unit les coteaux du Volga à ceux de Smolensk, forme à peu près la limite de ce terrain d'humus végétal décomposé, appelé *Tschernozem* dans le pays, terrain noir qui occupe depuis les collines au nord jusque vers ces contrées du Don au sud, et depuis le pied des Carpathes, à *Kamenietz-Podolsk,* jusqu'au pied de l'Oural, une région de plus de 80 millions d'hectares du terrain le plus fertile. C'est le champ et le potager de la Russie, région agricole qui nourrit au-delà de 20 millions d'habitants, et qui déverse annuellement sur l'étranger et sur les autres parties de l'empire, au-delà de 20 millions d'hectolitres de céréales (*).

Ce limon noir du midi de la Russie paraît avoir son analogue dans certaines parties des plaines de la Prusse. Déjà, dit M. A. Ermann, on a comparé le terrain noir qui en Russie commence au sud et en dehors de la limite des blocs erratiques avec le terrain, tout à fait analogue par sa manière d'être et par sa situation relativement aux terrains erratiques du nord de l'Allemagne, qui se trouve sur la frontière de la province de Magdebourg (**).

Le limon de ces deux dernières contrées est sans doute différent du limon jaune de la Hesbaye et du lehm de la Pologne, mais il est cependant remarquable de voir ces quatre lambeaux de terrains limoneux former, par leur réunion, une bande presque continue qui traverse l'Europe entière, depuis la Manche jusqu'à l'Oural, en marquant à peu de chose près la limite du terrain erratique du nord. C'est en quelque sorte une nouvelle zone à ajouter sur la circonférence extérieure de l'espace occupé par celles que nous avons signalées dans le terrain erratique lui-même. E. D. B.

(*) A. de Meyendorff, De la Russie d'Europe d'après sa configuration extérieure. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* t. XII, p. 1223 (1841).

(**) Ad. Ermann, *Archiv für Wissenschaftliche kunde von Russland,* p. 70.

basses de la Finlande et de la Suède que dans les vastes plaines de l'Europe centrale.

» En parcourant la Finlande, M. Durocher fut surpris de voir que les matières arénacées s'y trouvassent disposées par lits stratifiés plus ou moins grossièrement, comme cela a lieu en Russie et en Allemagne, et que la surface de ce dépôt fût d'une horizontalité remarquable. Il pensa dès-lors que ce dépôt n'avait pu être formé sous l'action des mêmes forces qui avaient creusé des sillons si profonds à la surface des roches, et il se demanda s'il était antérieur ou postérieur aux sillons; il eut bientôt la solution claire de cette question, car en plusieurs lieux où il y a des carrières de sable pour l'entretien des routes, il vit au-dessous du sable la surface des rochers polie et cannelée, et à Helsingfors il apprit de M. Nordenskjold qu'en faisant des recherches de fer oxydulé, on avait percé une grande épaisseur de sable jusqu'à 20 pieds au-dessous du niveau de la mer, et qu'alors, ayant rencontré la roche solide, on y avait vu des sillons tracés dans la même direction (du N.-N.-O. au S.-S.-E.) que sur les roches visibles au jour. Il est clair, d'après cela, que le dépôt de sable est postérieur à l'époque du creusement des sillons; et comme les blocs erratiques se trouvent au-dessus et au-dedans de ce dépôt, qui correspond tout à fait aux dépôts arénacés de la Russie et de l'Allemagne, M. Durocher a été conduit à distinguer deux périodes essentiellement différentes dans le phénomène erratique.

» La première aurait été celle qui se trouve représentée par l'ensemble énigmatique des rochers polis, des sillons, des stries d'érosion et des longues traînées de débris nommées *ôsar*.

» La seconde serait celle de la dispersion rayonnante des blocs erratiques dans l'intérieur de ce vaste demi-cercle dont Stockholm est le centre et dont la circonférence passe aux environs de Moscou et de Leipzig.

» Cette seconde période aurait en partie masqué les effets de la première, à laquelle nous reviendrons dans un instant.

» M. Durocher rapporte à cette seconde période, non-seulement le transport des blocs erratiques, mais aussi la formation du vaste dépôt sédimentaire qui ne sert pas seulement de support à ces blocs, mais qui en renferme aussi un grand nombre et qui couvre sur une si grande étendue les parties basses de la Finlande et de la Suède et celles de l'Europe centrale. La stratification régulière de ce dépôt et les coquilles marines que l'on y a observées en beaucoup de lieux dans un état parfait de conservation, prouvent bien clairement qu'il a dû se former dans une mer peu agitée, où les courants étaient d'une force peut-être un peu supérieure, mais

cependant comparable à celle des courants qui existent dans les mers actuelles et qui y déterminent la formation de bancs de sable.

» Mais comment les blocs détachés des montagnes de la Scandinavie et de la Finlande ont-ils pu être ensevelis dans des dépôts sédimentaires qui se formaient au sein d'une mer où le mouvement des eaux était incapable d'en déterminer le transport?

» Chaque printemps, lorsque la ceinture de glaces qui s'est formée pendant l'hiver autour des côtes de la Baltique vient à se rompre, il y a des glaçons qui retiennent emprisonnés des blocs de granite, et ces glaçons, étant portés par les courants à d'assez grandes distances, charrient les blocs avec eux : ce sont de véritables blocs erratiques de 6 ou 7 pieds de longueur et plus, qui sont ainsi transportés.

» Il est facile de concevoir comment les glaces, en se formant sur une côte basse, emprisonnent des blocs et les transportent plus ou moins loin, lorsqu'elles sont mises à flot au printemps. Ces faits arrivent fréquemment sur les côtes de la Suède et du Danemarck. Bergmann, et plusieurs auteurs plus modernes, en racontent des exemples. Pour passer de ce phénomène contemporain à l'explication du terrain erratique, il suffit de se représenter les rivages actuels de la Baltique couverts par la nappe d'eau marine dans laquelle s'est formé le dépôt stratifié et souvent coquiller qui y existe sur un grand nombre de points, et d'imaginer que le même phénomène s'y opère sur une plus grande échelle.

» Il est vrai que cette plus grande échelle ne peut se concevoir qu'en admettant des hivers assez froids pour permettre à de vastes glaçons de flotter en grand nombre jusqu'à 50° de latitude. Au premier abord, cette supposition paraît contraire à l'hypothèse si généralement admise que le globe terrestre a été plus chaud pendant les périodes géologiques qu'il ne l'est aujourd'hui et s'est refroidi graduellement depuis lors. Mais elle cessera de paraître telle, si l'on remarque que la température d'une portion donnée du globe pendant une période donnée dépend, non-seulement de la température générale du globe, mais aussi de la manière dont les lignes isothermes étaient disposées, pendant cette même période, sous l'influence de mers et de montagnes configurées tout autrement que ne le sont les mers et les montagnes de nos jours. Le globe, pendant la période qui a précédé la nôtre, peut avoir été dans son ensemble un peu plus chaud qu'aujourd'hui, et l'Europe centrale peut avoir été soumise, malgré cela, à un climat comparable à celui du Canada, où le phénomène du transport des blocs de rocher par les glaces a été observé sous la la-

titude de 48 à 50°. Cette supposition d'hivers plus froids en Europe, pendant la période géologique qui a précédé la nôtre immédiatement, serait d'ailleurs en harmonie avec plusieurs autres résultats d'observation qu'il serait trop long de rapporter ici (1).

» L'explication de la seconde partie du phénomène, telle que la développe M. Durocher, nous paraît donc ne rien présenter en elle-même qui la rende inadmissible.

» Cette explication, au fond, n'est pas nouvelle; elle avait déjà été entrevue par Bergmann (2). Elle a été renouvelée de nos jours par divers savants, et particulièrement par plusieurs géologues anglais qui ont remplacé le mot de *diluvium* par celui de *drift* (3), qui fait allusion au transport par les glaces. Elle aurait l'avantage de rendre compte à la fois de la nature stratifiée du terrain erratique, des coquilles marines qui s'y trouvent, de la disposition en rayons divergents des blocs partis d'un même point, ainsi que de leur dépôt sous forme de demi-anneaux entourant le côté nord des collines qui auraient été des bas-fonds ou des îles de cette ancienne mer glaciale et sous celle de longues traînées dirigées du nord au sud (si toutefois ces dernières ne sont pas des *ösar* démantelés); elle expliquerait même comment les blocs de granite venant des collines élevées du nord, vont plus loin au midi que les blocs calcaires provenant des côtes basses de la Baltique, qui ne se trouvent que dans une zone de peu de largeur sur le rivage méridional de cette mer. Il suffirait pour cela de supposer que la mer Baltique aurait été réduite graduellement à ses proportions actuelles par une élévation lente du continent, analogue à celle qui se continue encore de nos jours dans certaines parties de la Scandinavie.

» Les blocs erratiques du nord ne seraient donc pas des *pierres roulées*, idée exclue d'ailleurs par l'exacte conservation de leurs arêtes, mais des *pierres flottées*. Ces pierres auraient été flottées à l'aide de la légèreté spécifique de la glace, comme les scories et les pierres ponces observées par

---

(1) Parmi ces faits curieux, je citerai certaines digues de débris qu'on observe dans les Alpes, à une certaine distance (quelquefois près d'une lieue) de l'extrémité inférieure des glaciers actuels, notamment dans la vallée de Chamouny et dans celle de Ferret. Les digues dont je parle ici m'ont présenté tous les caractères de *véritables moraines*. Peut-être le *Gulf-Stream* qui réchauffe aujourd'hui l'Europe occidentale n'existait-il pas encore pendant les dernières périodes géologiques qui ont précédé la nôtre.
E. D. B.

(2) Bergmann, *Géographie physique*.

(3) Murchison, *Silurian System.*, p. 509.

M. Eugène Robert, près du cap Nord et d'Hammerfest, l'ont été en vertu de leur propre légèreté (1), et comme certaines pierres trouvées sur les plages des îles madréporiques du grand Océan paraissent l'avoir été par l'effet de la légèreté spécifique des arbres dans les racines desquels elles se trouvaient engagées (2).

» Il semble, en thèse générale, très-difficile de ne pas admettre qu'une partie plus ou moins considérable des blocs erratiques du nord doivent leur transport aux glaces flottantes, lorsqu'on sait que ce phénomène est de nos jours aussi fréquent qu'il est simple à concevoir. Le seul point difficile est de fixer la proportion dans laquelle l'influence de ce même phénomène peut être admise. Le fait que le dépôt erratique se compose en partie de matériaux provenant des terrains sous-jacents, montre avec évidence que *tous* les matériaux de ce dépôt n'ont pas été charriés de loin par des glaces; ce qui n'empêche pas que les blocs erratiques, dont l'origine est presque toujours beaucoup plus lointaine que celle des matières plus ténues qui les enveloppent, ne puissent devoir aux glaces flottantes une partie plus ou moins grande de leur transport.

» Mais, quel que soit le rôle qu'on pourra attribuer aux eaux d'une mer tranquille et aux glaces de cette mer dans la production du terrain erratique, ce rôle se réduira toujours à un remaniement, et le déplacement primitif des matériaux de ce terrain, l'immense broiement qui a réduit en blocs transportables les masses granitiques du nord et bouleversé le fond même de la mer où le dépôt erratique s'est ensuite stratifié, ce premier bouleversement de la surface d'une moitié de l'Europe reste toujours à expliquer par une autre cause, à la recherche de laquelle nous allons maintenant revenir.

» L'explication de la première des deux sections que M. Durocher distingue dans le grand phénomène erratique du nord, celle de la production des *sillons*, des *stries* et des *ösars*, est aujourd'hui le point le plus délicat de la question et celui qui divise le plus les géologues. La divergence d'opinions qui existe à cet égard, et que nous ne pouvons nous dispenser de signaler, paraît provenir en partie de ce que l'explication d'un même

---

(1) Rapport de M. Cordier, sur les collections et observations géologiques recueillies en 1838 et 1839, pendant l'expédition nautique et scientifique du Nord, par M. Eugène Robert. *Comptes rendus*, t. XII, p. 717 et 718.

(2) Darwin's *journal*, p. 549 (Voyages of the *Adventure* and *Beagle*).

ordre de phénomènes a été entreprise d'après des données recueillies dans des contrées très-différentes.

» Des faits de la nature de ceux dont nous nous occupons sont actuellement constatés dans des parties du globe extrêmement éloignées les unes des autres, et encore plus dissemblables sous le rapport de leur configuration extérieure; en Finlande, en Suède et en Norwège, dans les îles Britanniques, dans presque toute la partie de l'Amérique du nord située entre Terre-Neuve et le cours supérieur du Mississipi; dans toute la chaîne des Alpes, et M. Durocher en a signalé récemment dans la forêt de Fontainebleau et dans la chaîne des Pyrénées.

» Dans toutes ces contrées, quelque diverses qu'elles soient, les phénomènes se présentent sous une forme constante. Afin de mieux fixer les idées, nous demandons à l'Académie la permission de placer sous ses yeux des échantillons de surfaces polies et striées provenant de quatre localités différentes.

» Le premier échantillon est un fragment de porphyre d'Elfdalen, en Suède, que M. Berzélius a eu la bonté d'envoyer à votre rapporteur.

» Le second échantillon est une plaque de schiste argileux de Charlestown, près de Boston (Massachusets); elle a été recueillie par M. le Dr C.-T. Jackson, qui, dans son travail sur la géologie de l'état de Rhode-Island (1), a ajouté plusieurs faits importants à ceux déjà observés en Amérique, relativement au phénomène erratique :

« La plaque de schiste argileux couverte de stries diluviennes, écrivait » M. le Dr Jackson à votre rapporteur, provient de Charlestown, près de » Boston. Les couches sont presque horizontales dans la localité où l'échan- » tillon a été pris. Il est difficile d'obtenir de bons échantillons des roches » qui présentent des stries sur les tranches des couches inclinées, parce » que les couches se fendent si facilement que cela gâte les échantillons. » J'essayerai de vous envoyer d'autres échantillons sur des roches non stra- » tifiées sur lesquelles les stries sont plus polies et plus fines (2).

» Le troisième échantillon est un fragment de calcaire du Jura que votre rapporteur a recueilli à Landeron, près de Neufchâtel, avec M. Agassiz, en 1837.

---

(1) *Report on the geological and agricultures Survey of the state of Rhode-Islande;* Providence, 1840.

(2) Extrait d'une Lettre de M. le Dr Jackson, en date du 28 mars 1841.

» Enfin le quatrième est un fragment de gneiss à gros grains qui faisait partie des belles surfaces polies qui forment les flancs de la vallée de l'Aar, entre l'hôpital du Grimsel et la cascade de Handeck. Votre rapporteur l'y a recueilli en 1838.

» Les traces laissées par le phénomène erratique sur la surface de ces quatre échantillons diffèrent un peu d'un échantillon à l'autre, en raison de la nature plus ou moins dure et plus ou moins fine de la substance sur laquelle la gravure a été opérée. Nous croyons cependant qu'on demeurera généralement convaincu que, dans les quatre cas dont nous parlons, le burin a été semblable et mû d'une manière analogue. Mais quel est le mécanisme qui a pu fonctionner de la même manière dans des localités aussi dissemblables que celles où les échantillons ont été recueillis? C'est là aujourd'hui, comme nous l'avons indiqué, une grande question parmi les géologues.

» On a souvent cherché à résoudre cette question d'après des observations recueillies dans une seule contrée; mais les faits signalés dans ce Rapport, joints aux rapprochements qui précèdent, suffisent, ce nous semble, pour faire sentir que prononcer sur l'origine des sillons et des stries d'érosion du nord et des *ôsars* de la Suède, ce serait prononcer en même temps sur l'origine des sillons et des stries d'érosion des vallées de la Suisse et sur celle des blocs erratiques du Jura, des terrasses erratiques du Valais et des dépôts erratiques de la vallée d'Aoste, disposés, à son entrée, en véritables *ôsars* (la *serra* du Piémont). Cette remarque doit rendre vos Commissaires extrêmement circonspects à l'égard d'hypothèses dont l'application aurait nécessairement une aussi grande généralité.

» Le point principal qui divise aujourd'hui les géologues à l'égard du phénomène erratique du nord consiste à savoir si l'agent des déblais et des érosions dont nous nous sommes occupés, si le moteur du burin qui a gravé les stries, si la charrue qui a labouré le sol des plaines du nord de l'Allemagne pour en extraire le succin et les fossiles jurassiques qui en proviennent, a été un immense glacier, ou si tous ces effets sont dus à l'action de courants très-rapides chargés de sables et de pierres.

» Nous craindrions d'abuser des moments de l'Académie en discutant actuellement l'hypothèse des glaciers dans son application au nord de l'Europe. Les phénomènes observés dans le nord n'ont encore été mentionnés que comme une des applications possibles d'une théorie dont les Alpes ont fait naître l'idée; mais cette application n'a pas encore été développée. M. Böhtlingk a cherché à la prévenir dans un Mémoire lu, le 18 décembre

1840, à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg (1) et inséré dans le *Bulletin scientifique*, t. VIII. Il y a signalé, avec autant de précision que de sagacité, quelques-unes des objections qui lui paraissent rendre cette application impossible, et, avant de la discuter de nouveau, il convient sans doute d'attendre que les objections de M. Böhtlingk aient été combattues.

» Mais notre devoir, comme rapporteur, ne nous oblige pas de sortir ici du cadre du Mémoire de M. Durocher, qui, à l'exemple de MM. de Buch, Brongniart, Sefström, et de la plupart des géologues qui ont étudié le nord, a adopté l'hypothèse des courants; toutefois cette hypothèse, qui paraît en effet la plus propre à se plier aux exigences compliquées de la question, n'est bien fixe que dans quelques-uns de ses points; dans le reste elle se prête à de nombreuses variantes, et M. Durocher a été conduit par l'observation à lui donner une forme nouvelle qui nous paraît être, en ce qui touche aux questions théoriques, le résultat le plus saillant de son Mémoire.

» La forme des *ösars*, leur disposition, leur parallélisme avec les sillons et les stries d'érosion, conduisent naturellement à l'idée d'un courant qui aurait sillonné la partie méridionale de la Suède, du N.-N.-E. au S.-S.-O. Ainsi que M. Brongniart l'a si clairement expliqué en se servant des cartes de Hermelin, les *ösars* sont de longues traînées de détritus en forme de digue ou de levée. On ne saurait y méconnaître l'action d'une force qui avait arraché les détritus des montagnes par un effet d'érosion et qui les entraînait. A mesure que l'impulsion diminuait, ou quand il se présentait quelques obstacles, ces détritus se déposaient en formant des bandes allongées dont la direction moyenne du N.-N.-E. au S.-S.-O. nous représente à peu près celle que devait avoir la force de transport.

» M. Brongniart et M. Sefström ont en effet constaté que les *ösars* sont adossés aux côtés sud des montagnes. M. Brongniart a surtout signalé ce fait au Kinneculle, où l'isolement de la montagne le rend particulièrement remarquable; et M. Sefström a remarqué en outre que les îles de Gothland et de Bornholm sont prolongées à leur extrémité méridionale par des bancs de sable qui s'étendent vers le S.-O. Toutes ces circonstances semblent dénoter l'action d'un grand courant venant du nord, et quoiqu'elles soient moins développées en Finlande qu'en Suède, elles y sont cependant assez

(1) Einige Verhältnisse in dem erscheinen der diluvial Schrammen in den Skandinavischen gebirgs ländern, welche der Gletscher Theorie der herren Agassiz zu Widersprechen Scheinen; von W. Böhtlingk.

visibles pour qu'il soit évident que l'hypothèse doit aussi embrasser cette contrée.

» Mais en Finlande le courant n'avait pas la même direction que dans le midi de la Suède. Il suivait moyennement une ligne du N. 25° O. au S. 25° E. du méridien magnétique, et, pour le dire en passant, ces directions divergentes sont à peu près celles des rayons de la demi-circonférence dans laquelle le grand dépôt erratique de l'Europe centrale se trouve circonscrit.

» La plupart de ceux qui ont tenté d'expliquer par des courants le phénomène erratique du nord, ont supposé que ces courants découlaient des montagnes ou des plateaux les plus élevés de la contrée; ils les ont même rattachés à un dernier soulèvement de ces montagnes et de ces plateaux. M. Durocher cherche beaucoup plus au nord la source de ce même courant. Il fait d'abord remarquer que la disposition générale des sillons montre que, dans la Laponie, le nord de la Suède et la Finlande, le courant était universel et continu, dans une même direction générale indépendante de celle des montagnes.

» Les directions des stries présentent, il est vrai, des variations locales; mais ces variations indiquent seulement que la forme locale des montagnes et des rochers a influé sur la marche du courant, et que, par la nécessité de passer à travers les vallées, elle l'a forcé de prendre de légères déclinaisons dans les sens où ces vallées sont dirigées. Quand on considère, dit M. Durocher, qu'au 70e degré de latitude, au nord de la Laponie, là où les montagnes penchent vers l'E. et vers l'O., le courant paraît avoir eu à peu près la même direction qu'en Finlande (puisque les stries sont aussi dirigées du N.-N.-O. au S.-S.-E.), il paraît très-rationnel de l'attribuer à une force qui aurait eu son point de départ situé vers le nord, en dehors de la Scandinavie. En cela M. Durocher s'écarte complétement de M. Böhtlingk, qui pensait qu'en Laponie les stries avaient été tracées par une action qui s'exerçait en descendant suivant les deux pentes opposées des terres élevées de cette contrée. M. Durocher est au contraire conduit à admettre que cette action s'est exercée en passant, sans s'interrompre, sur le dos de cette vaste proéminence. Tâchons de bien faire concevoir son opinion et les motifs qui la déterminent.

» M. Böhtlingk a déjà signalé des faits tendant à établir que l'agent qui a tracé les sillons et les stries sur la surface des roches de la Finlande a dirigé son action du N.-N.-O. au S.-S.-E., et qu'il a agi en remontant du fond du golfe de Bothnie sur le plateau de la Finlande.

» MM. Murchison et de Verneuil ont observé une circonstance semblable sur le lac Onéga. Près de Petrozavodsk, ils ont observé sur les îles du lac des stries dirigées du N.-N.-O. au S.-S.-E., parallèlement à son grand axe. Ils ont pu apercevoir ces stries à travers les eaux, parfaitement limpides jusqu'à un certain nombre de pieds de profondeur, et les suivre depuis là sur la surface inclinée des rochers, jusqu'à la hauteur de $6^m,5$ au-dessus du niveau des eaux du lac en été.

» D'après les observations qu'il a faites en Laponie, entre Alten et Torneo, M. Durocher croit, par des motifs analogues, que l'opération du creusement des sillons et des stries s'y est opérée de même en remontant depuis les profondeurs de la mer Glaciale jusqu'au plateau de la Laponie, élevé de 750 mètres. Il a trouvé les sillons et les stries très-marqués sur la pente qui regarde la mer Glaciale, ainsi que sur la surface même du plateau. Ils ne l'étaient au contraire que très-faiblement sur la pente qui regarde Torneo. Comparées aux pentes opposées des monticules isolés soumis à l'action érosive, la première de ces pentes représentait le côté choqué et la seconde le côté abrité. C'est cette circonstance importante qui lui fait conclure que le point de départ de l'action érosive doit être cherché au nord de la Scandinavie, peut-être même au-delà du Spitzberg et des îles voisines, vers les régions polaires.

» La conclusion de M. Durocher a donc pour résultat de reculer vers le nord le point de départ de cet immense développement d'action qui a sillonné la surface de la Scandinavie et de la Finlande, et qui en a poussé les débris vers les parties centrales de l'Europe. En reculant le point de départ, il agrandit encore l'idée qu'on doit se faire de la puissance de la cause. Quant à cette cause elle-même, elle n'a pu être pour l'auteur qu'un objet de conjectures. Votre rapporteur en avait lui-même suggéré une dans la rédaction des instructions destinées à l'expédition scientifique du Nord (1); mais, on doit l'avouer, ce ne sont là que de pures conjectures, et, comme l'a dit éloquemment Pline d'un autre phénomène naturel, la cause de celui-ci reste encore enveloppée dans la majesté de la nature.

» Ce qu'il y a de certain, c'est que, quelque conjecturale qu'en soit encore la cause, un phénomène des plus extraordinaires a sillonné ces contrées septentrionales avant la naissance du genre humain, et que ce phénomène a été immense; peut-être même a-t-il embrassé un champ beaucoup plus vaste encore que celui que nous venons de parcourir, car

(1) Voyez *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. VI, p. 569 (23 avril 1838).

les traces d'un phénomène tout semblable, peut-être d'une seconde branche du même phénomène, s'observent sur la surface du Canada et de la plus grande partie du sol des États-Unis d'Amérique, se dirigeant du nord au sud, et dérivant par conséquent des régions voisines du pôle boréal, ainsi que cela s'observe dans le nord de l'Europe.

» Quant à la manière dont l'impulsion une fois produite aurait donné naissance aux effets observés, M. Durocher conçoit qu'une grande masse d'eau partie des régions polaires, et probablement accompagnée de glace, est venue inonder les contrées septentrionales depuis Groënland jusqu'à la chaîne des monts Oural. Le courant s'est précipité du nord vers le sud, envahissant la Norwège, la Suède et la Finlande, démantelant les montagnes et les rochers qu'il trouvait sur son passage, polissant leur surface, et y traçant des sillons et des stries au moyen des détritus qu'il en arrachait. Les mêmes masses d'eau qui avaient passé sur la Scandinavie et la Finlande ont dû se répandre sur l'Allemagne, la Pologne et la Russie, et y produire encore des phénomènes d'érosion et de transport; mais, à mesure qu'elles s'éloignaient de leur point de départ, leur vitesse devait aller en diminuant. Du côté oriental, le courant a dû se perdre peu à peu dans les plaines immenses de l'empire russe; et du côté occidental, il est venu expirer au pied des montagnes de l'Allemagne, le Riesengebirge, l'Erzgebirge, le Hartz. Peut-être même les eaux ont-elles ruisselé dans les intervalles et sur les parties les plus basses de ces montagnes, pour se répandre plus au midi.

»Pendant cette première période il y a eu production de détritus, de sables et de menus graviers; mais M. Durocher pense qu'ils ont dû être en petite quantité là où les roches sont solides. La violence de l'action et son instantanéité ont dû plutôt avoir pour effet d'arracher les parties saillantes des rochers, et de produire un grand nombre de blocs d'une très-grande dimension, le tout aura été poussé le long des pentes des montagnes, entraîné à des distances plus ou moins grandes, et accumulé dans les lieux bas, de manière à former des traînées ou *ösars*, comme MM. Brongniart, Sefström, et d'autres savants, l'ont indiqué.

»En résumé, M. Durocher conçoit que le phénomène erratique du nord est le résultat de deux actions successives. La première serait celle d'un grand courant parti des régions polaires; la seconde serait celle d'une mer soumise à des hivers plus rigoureux que les nôtres, et dans laquelle le phénomène connu du déplacement des blocs de rocher par les glaces aurait

eu un grand développement. Cette double hypothèse a tout au moins l'avantage de résumer les faits observés.

Conclusions.

» Il nous paraîtrait prématuré de proposer à l'Académie de se prononcer affirmativement sur des questions qui, suivant toute apparence, seront encore débattues; aussi, sans passer sous silence des idées théoriques qui nous paraissent faire honneur à la sagacité de M. Durocher, nous avons eu soin de faire ressortir d'abord les observations nouvelles et le long et pénible travail dont son Mémoire est le résultat. Nous pensons que ce travail mérite les encouragements de l'Académie, et nous avons l'honneur de lui proposer d'adresser à l'auteur des remercîments pour sa communication. Nous proposerions même à l'Académie de voter l'impression du Mémoire de M. Durocher dans le *Recueil des Savants étrangers,* si nous n'avions l'assurance que ce jeune géologue, qui a si bien justifié son adjonction à la Commission scientifique du Nord, sera appelé à participer à la publication des travaux de cette Commission. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'une Commission composée de cinq membres, pour l'examen des pièces du Concours concernant les *Arts insalubres*.

MM. Dumas, Chevreul, Thenard, Séguier, Pelouze, réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède ensuite, également par voie de scrutin, à la nomination d'une Commission composée du même nombre de membres pour le concours au prix de *Statistique*.

(Commissaires, MM. Mathieu, de Gasparin, Élie de Beaumont, Costaz, Dufrénoy.)

MÉMOIRES LUS.

M. Ebelmen lit un Mémoire ayant pour titre : *Recherches sur la composition et l'emploi des gaz des hauts-fourneaux*.

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Thenard, Chevreul, Berthier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Mémoire sur les usages du corps thyroïde dans l'espèce humaine et dans les mammifères en général; par* M. MAIGNIEN.

(Commissaires, MM. Magendie, Flourens, Breschet.)

« En liant en masse, séparément et comparativement, les vaisseaux thyroïdiens, et en soumettant en cet état les animaux à différentes épreuves, il m'a été extrêmement facile, dit M. Maignien, de reconnaître la grande vascularité des lobes thyroïdiens et de constater les facultés qu'ils ont de se laisser distendre par un afflux considérable de sang, afflux qui va jusqu'à doubler et même tripler leur volume et leur consistance. Enlevant ensuite les lobes thyroïdiens, j'ai acquis la conviction de l'extrême importance de ces organes, car, à la suite d'une semblable mutilation, la vie avait beaucoup de peine à se continuer au-delà de dix à quinze jours.

» Ayant forcé à la course deux chiens courants de la même taille et de la même portée, et mis à mort avec de l'acide hydrocyanique un des chiens au terme de la course, je découvris incontinent les lobes thyroïdiens, que je trouvai très-volumineux et pleins d'un sang qui ruisselait sous la moindre incision. Ayant attendu pour faire la même inspection que la respiration et la circulation du second chien fussent revenues à l'état normal, j'extirpai alors les lobes thyroïdiens, que je rencontrai avec une diminution de volume d'un bon tiers. Lalouette avait déjà, par des expériences à peu près semblables, obtenu les mêmes résultats.

» Des expériences et des observations que j'ai faites pour déterminer les fonctions des lobes thyroïdiens, il me semble résulter, dit en terminant l'auteur, 1° que ces organes, dans les mammifères, contribuent, par une action de compression des canaux carotidiens, à faire prédominer la circulation vertébrale pour développer primitivement et perfectionner les centres nerveux postérieurs de l'axe cérébro-spinal; 2° que ces mêmes organes, conservant durant la vie extra-utérine leurs rapports fonctionnels avec l'axe cérébro-spinal, servent à diminuer, suspendre par une compression des artères carotides primitives le courant artériel antérieur aorto-encéphalique, afin d'augmenter dans des proportions égales la circulation vertébrale ou postérieure, et que ce phénomène a lieu toutes les fois que la contractilité et la mobilité organiques doivent être accrues au détriment de la sensibilité. »

BOTANIQUE. — *Mémoire sur le* Thyon *ou* Thya *de Théophraste et le* Citrus *de Pline; par* M. **Jaume-Saint-Hilaire**.

(Commissaires, MM. de Sylvestre, de Gasparin.)

Dans ce Mémoire, l'auteur discute les passages des auteurs anciens relatifs au Thya, arbre dont le tronc était employé dans la charpente des édifices publics, et dont la racine, ou plutôt le collet, s'employait dans l'ébénisterie. Il rejette les applications qu'on avait faites anciennement de ce nom, et adopte l'opinion soutenue par plusieurs voyageurs modernes, entre autres MM. Della Cella et Pacho, savoir, que l'arbre en question n'est autre chose que le *Juniperus phœnicœa,* conifère qui se trouve en effet dans la partie de l'Afrique indiquée par Théophraste et par Pline comme étant la patrie du Thya.

M. Jaume-Saint-Hilaire est porté à croire que cet arbre, observé par M. Pacho dans la Cyrénaïque, doit se trouver aussi dans quelques-uns des cantons de nos possessions d'Afrique; il voudrait que l'on s'occupât principalement de le chercher dans la région située à l'est de Constantine. Cette découverte, selon lui, n'aurait pas seulement un intérêt scientifique, elle pourrait avoir quelque importance pour une branche de notre industrie.

MÉDECINE. — *Réfutation d'un Mémoire de* M. **Bertulus**, *ayant pour titre :* Importation du choléra-morbus asiatique dans les villes de Tarragone, Roses, Figuières, par le vaisseau français *le Triton; par* M. **E.-J. Fleury**, *alors chirurgien-major du vaisseau* le Triton, *commandé par* M. Ch. Baudin.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour diverses communications relatives aux maladies supposées contagieuses et à la question des quarantaines.)

M. **Chassenon**, en adressant de nouveaux documents relatifs à la fabrication du *vin de myrtille,* demande que l'ensemble de ses communications sur ce sujet soit admis au concours pour le prix concernant les Arts insalubres.

A ces pièces, M. Chassenon a joint une Note sur un bolide qui a été observé près de Saint-Maixent, département des Deux-Sèvres, dans la nuit du 29 au 30 décembre.

M. **Baudens**, qui avait adressé précédemment une Note concernant l'*établissement d'une fistule artificielle comme moyen curatif des épanchements dans les membranes séreuses*, écrit aujourd'hui qu'il est sur le point de faire l'application de cette méthode dans un cas de double hydrocèle. Le sujet qui présente cette affection est un militaire qui en avait été traité une première fois par l'injection. M. Baudens désirerait que MM. les Commissaires chargés de l'examen de sa Note voulussent bien assister à cette opération.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Descuret**, qui avait présenté pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie un ouvrage sur la *Médecine des passions*, adresse aujourd'hui, conformément à une décision prise par l'Académie relativement à ces concours, une analyse de son ouvrage, avec l'indication des passages qui lui paraissent devoir fixer plus particulièrement l'attention comme contenant des idées neuves.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet une Note sur une machine à coudre inventée par M. **Madersperger**, de Vienne, avec divers échantillons des produits qu'on peut obtenir à l'aide de cette machine.

(Commissaires, MM. Séguier, Gambey, Piobert.)

M. **Louyet** adresse de Bruxelles une Notice imprimée sur un nouveau procédé de dorure par la voie humide au moyen de l'électricité. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

« Il y a huit mois, dit M. Louyet dans la Lettre jointe à cet envoi, que j'ai découvert le procédé qui fait l'objet de ma Notice, et que je l'ai montré aux élèves qui suivaient le cours que je faisais alors à l'École centrale de commerce de Bruxelles. Ce ne fut d'ailleurs qu'à la fin d'octobre que j'envoyai à l'Académie de cette ville la description de mon procédé. Quant à ceux de MM. Elkington et de Ruolz, je n'en ai eu connaissance que par le *Compte rendu* de la séance du 29 novembre, où se trouve le Rapport de M. Dumas sur ces procédés de dorage.

» MM. Elkington et de Ruolz, d'après la date de leurs travaux, peuvent

réclamer incontestablement la priorité sur moi; je ne prétends pas même à la simultanéité, et je tiens seulement à ne pas être soupçonné de plagiat.»

La Notice et la Lettre sont renvoyées comme documents à la Commission du dorage.

CORRESPONDANCE.

CHIMIE ORGANIQUE.—*Note sur l'acide chloracétique; par* M. **L.-H.-F. Melsens.**

« En prenant pour guide la théorie des types et la loi des substitutions, on devait nécessairement, en substituant de l'hydrogène au chlore de l'acide chloracétique, reproduire l'acide acétique; l'expérience, en effet, a confirmé cette prévision.

» Elle ne réussit que dans des conditions particulières, et par cela même elle nous fait entrevoir la possibilité de remplacer le chlore de l'acide chloracétique par un métal.

» Il fallait faire agir l'hydrogène naissant sur l'acide chloracétique; je me suis servi des moyens suivants :

» En dissolvant dans de l'eau un chloracétate, puis y introduisant de l'acide sulfurique et du zinc, il se dégage de l'hydrogène comme à l'ordinaire; en examinant les produits, je n'ai pu y découvrir de l'acide acétique.

» Si l'on essaye de produire l'hydrogène par la décomposition de l'eau au moyen de l'alliage d'antimoine et de potassium, le dégagement d'hydrogène dans une dissolution d'un chloracétate paraît aussi vif que dans l'eau pure.

» Quand on projette un fragment de potassium sur une dissolution aqueuse d'acide chloracétique, ou d'un chloracétate, on observe les mêmes phénomènes qu'en le projetant sur de l'eau.

» J'ai renoncé à ces méthodes, le dégagement d'hydrogène me permettant de supposer qu'il n'y avait pas d'action; je ne puis pourtant pas l'affirmer, car les quantités de matières employées dans ces essais étaient très-minimes.

» La méthode dont j'ai fait usage pour convertir l'acide chloracétique en acide acétique est la suivante : Je me procure un amalgame de potassium contenant environ 150 parties de mercure pour une de potassium, je le verse dans une dissolution aqueuse d'acide chloracétique ou de chloracétate de potasse; au moment du mélange, la température s'élève considéra-

blement; si la dissolution aqueuse est concentrée, on voit se former un sel en très-grande abondance; la liqueur, acide ou neutre d'abord, prend une forte réaction alcaline, et si l'on a soin d'employer un léger excès d'acide chloracétique en rapport avec la quantité de potassium de l'amalgame, il ne se dégage pas une trace de gaz pendant la durée de l'action, qui se termine complétement en un temps très-court.

» On fait passer un courant d'acide carbonique dans le liquide qui surnage le mercure, pour saturer la potasse caustique qui s'y trouve, puis on l'évapore à siccité; en traitant la masse saline à plusieurs reprises par de l'alcool, on obtient enfin un sel qui possède tous les caractères de l'acétate de potasse; le résidu salin, insoluble dans l'alcool, contient une très-grande quantité de chlorure de potassium et de carbonate de potasse.

» Je ne me suis pas assuré s'il y avait en même temps formation d'autres sels comme produits accidentels de la réaction, parce que dans une expérience où j'avais pesé les matières employées, j'avais obtenu une quantité d'acétate d'argent presque correspondante à la quantité de chloracétate employé.

» Voici le résultat des analyses de sels d'argent:

$0^{gr.},259$ sel d'argent, précipité, lavé et desséché, ont donné
$0^{gr.},167$ d'argent métallique; d'où $Ag = 64,48$ pour cent.

» Ce sel avait été préparé par du chloracétate de potasse que M. Dumas avait analysé dans le temps, et qu'il a eu la bonté de mettre à ma disposition.

$0^{gr.},800$ sel d'argent précipité, très-soigneusement lavé et desséché, ont donné
$0^{gr.},122$ eau; d'où $H = 1,69$ pour cent.

» Ce sel avait été préparé par de l'acide cristallisé et pur.

» La légère perte d'un millième dans cette analyse provient des précautions que j'avais prises pour déterminer rigoureusement l'hydrogène. Les lavages avaient été poussés très-loin, et la petite portion de chlorure d'argent disséminée dans un précipité volumineux s'était accumulée dans la portion réservée à l'analyse. Je me suis assuré de la présence d'une trace de chlorure d'argent dans le sel analysé, en examinant ce qui m'en restait.

$0^{gr},546$ sel d'argent cristallisé ont donné
$0^{gr},096$ eau, d'où $H = 1,95$ p. 100;
$0^{gr},287$ acide carbonique, d'où $C = 14,33$ p. 100.

» Ce sel provenait de la concentration des eaux de lavage du sel précédent.

» Ces nombres correspondent à l'acétate d'argent :

		Calcul.	Expérience I.	II.	III.
C^8	300,0	14,36			14,33
H^6	37,5	1,79		1,69	1,95
Ag	1351,6	64,69	64,48		
O^4	400,0	19,16			
	2089,1	100,00			

» Ces analyses établissant la reproduction de l'acide acétique, il me reste à examiner en peu de mots comment l'action se passe.

» On peut supposer que 6 équivalents d'eau sont décomposés: 3 équivalents d'hydrogène produits prennent le chlore de l'acide chloracétique pour faire de l'acide chlorhydrique, qui, s'emparant de la potasse formée, donne 3 équivalents de chlorure de potassium; tandis que les trois autres rentrent pour former l'acide acétique. On aurait alors :

$$\underset{Cl^6}{C^8H^2O^4} + 6Aq + 6K = \underset{K}{C^8H^6O^4} + 3KCl^2 + 2KO + 4Aq.$$

» On pourrait admettre aussi que le potassium s'empare directement du chlore et que 3 équivalents d'eau seulement interviennent dans la réaction.

» Si cependant on compare la formation de l'acide chloracétique avec la reproduction de l'acide acétique, on est presque forcé d'admettre que l'acide acétique n'est pas le produit immédiat de la réaction. Le potassium a plus d'affinité pour le chlore que pour l'oxygène, il s'en empare probablement directement; et puisque dans l'acide acétique le chlore qui enlève l'hydrogène s'y substitue, on peut faire la même supposition et dire que le potassium se substitue au chlore; l'action subséquente de l'eau produirait alors l'acide acétique.

» On aurait donc d'abord : chlorure de potassium et acide kaliacétique,

$$\underset{Cl^6}{C^8H^2O^4} + 6K = 3KCl^2 + \underset{K^3}{C^8H^2O^4}.$$

» L'acide kaliacétique n'aurait en présence d'eau qu'une existence éphémère et se décomposerait en potasse et acétate de potasse,

$$\underset{K^3}{C^8H^2O^4} + 6Aq = \underset{K}{C^8H^6O^4} + 2KO + 4Aq.$$

» Si cette hypothèse est vraie, on peut espérer de produire des acides du type acétique dans lesquels l'hydrogène serait remplacé par un métal.

» Si l'on admet que l'acide chloracétique a pour formule $C^4 Cl^6 + C^4 O^3$, la conversion complète de ce corps en $C^8 H^6 O^3$ devient très-difficile à expliquer; il faudrait faire provenir l'acide acétique de l'acide oxalique, on aurait alors

$$2(C^4 H^2 O^4) + H^{12} = C^8 H^8 O^4 + H^4 O^2.$$

« Je me propose d'étudier l'action du potassium dans cette direction aussi; mais le prix exorbitant auquel le commerce livre ce corps m'empêche de continuer ces recherches jusqu'à ce que j'aie pu m'en procurer une quantité suffisante par d'autres voies: je ne publie ce premier résultat de mes expériences qu'à l'effet de prendre date. »

M. **Chossat**, dont les recherches sur l'*inanition* ont obtenu le prix de Physiologie expérimentale pour le concours de 1840, adresse ses remercîments à l'Académie, et annonce qu'il se prépare à lui soumettre les résultats de ses nouveaux travaux.

M. **Émy**, professeur de fortifications à l'École royale militaire de Saint-Cyr, demande à être porté sur la liste des candidats pour la place de Correspondant vacante dans la section de Mécanique. A sa Lettre est jointe une liste de ses travaux.

M. **Émy** adresse en même temps à l'Académie la deuxième partie de son *Traité de l'art de la Charpenterie*, un volume in-4°, accompagné d'un atlas in-folio de 98 planches; la première partie, qui était également accompagnée d'un atlas, a été présentée en 1837, époque de sa publication.

La demande de M. Émy est renvoyée à l'examen de la Section de Mécanique.

M. **Dupré**, professeur de physique et de chimie au collége de Rennes, adresse un tableau des quantités de pluie tombées dans cette ville pendant les mois d'août, septembre, octobre, novembre et décembre 1841.

La quantité totale pendant ces cinq mois est de 41 centimètres, ou, plus exactement, de $409^{mm},55$. La quantité correspondante au mois d'octobre, est la plus forte; elle est de $107^{mm},4$, répartis entre sept jours. Celle du mois d'août qui vient ensuite, et qui se répartit sur dix jours, n'est que de 81,35; mais dans ce mois une seule averse nocturne a donné $37^{mm},1$; tandis

que dans le jour le plus pluvieux d'octobre la quantité d'eau tombée est seulement de $25^{mm},2$, et dans les trois autres mois décembre seulement présente pour un jour un nombre supérieur, $33^{mm},2$.

M. **Gannal** adresse à l'Académie une lettre qu'il a reçue de M. *le Ministre de l'Intérieur*. Après avoir accusé réception d'une brochure qui lui avait été envoyée par M. Gannal, et qui avait pour objet d'obtenir la suppression de la gélatine employée comme substance alimentaire dans le service des hôpitaux, M. le Ministre ajoute :

« Je ne puis que me référer aux remarques contenues dans la lettre que je vous ai adressée le 22 septembre dernier, en réponse à la communication que vous m'aviez faite directement dans le même but. C'est, je le répète, à M. le Ministre de l'Instruction publique qu'il appartient de provoquer l'avis de l'Académie des Sciences sur cette grave question; et tant qu'elle n'aura pas été résolue, je ne vois aucun motif plausible pour interdire l'usage d'une substance dont les mauvais effets sont encore à démontrer. Je me borne donc à m'associer au vœu que vous exprimez pour qu'une question qui intéresse l'humanité, et qui divise tant d'hommes éminents, soit enfin complétement éclaircie par le corps savant dont l'opinion fait autorité en pareille matière. »

M. **Passot** écrit relativement à la Note qu'il avait adressée dans la précédente séance « sur la détermination de la variable indépendante dans l'analyse des courbes »; il exprime la crainte que la manière dont cette communication a été annoncée par M. le Secrétaire perpétuel qui, ce jour, était chargé de lire la correspondance, n'ait pu inspirer des préventions contre la justesse des idées émises dans cette Note.

M. **Arago** fait remarquer que *sa manière* d'annoncer la communication de M. Passot était si peu inusitée, qu'il s'est contenté de lire textuellement deux passages du Mémoire. M. Arago ajoute qu'ayant été consulté par M. le Président sur le choix des Commissaires, il s'est attaché à désigner les Académiciens qui n'ont pas eu de discussions avec M. Passot.

M. **Pelouze**, qui s'était chargé de présenter une Note de M. *Magnus*, de Berlin, concernant des recherches pour la détermination du coefficient de dilatation des gaz, annonce que pour ne pas causer de retard à l'Académie, qui doit se former à la fin de la séance en comité secret, il remettra à la séance prochaine cette communication.

A quatre heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. DE SILVESTRE, au nom de la Section d'Économie rurale, présente la liste suivante de candidats pour la place de Correspondant vacante, dans le sein de cette Section, par suite du décès de M. *Lullin de Château vieux*, de Genève.

1°. M. Girardin, à Rouen;
2°. M. Crud, à Genève;
3°. M. Burgher, à Vienne;
4°. M. Ridolfi, à Meleto (Toscane);
5°. M. de la Colonge, à ...... près de Bordeaux.

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance. MM. les Membres en seront prévenus par billets à domicile.

La séance est levée à cinq heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 2, in-4°.

Académie royale des Sciences. — Mémoires présentés par divers savants; tome VII; in-4°.

Mémoire sur la polarisation rectiligne et la double réfraction; par M. CAUCHY; in-4°.

Traité de Géodésie, ou Exposition des méthodes trigonométriques et astronomiques, applicables à la mesure de la Terre et à la construction du canevas des cartes topographiques; par Mr L. PUISSANT; 3e édition, tome Ier; in-4°, avec planches.

Traité de l'Art de la Charpenterie; par M. ÉMY; tome II, in-4°, et atlas in-folio.

Dixième et douzième Lettre à M. Bonafous, sur la culture du Mûrier et sur les éducations des Vers à soie dans le département de l'Aveyron; par

M. AMANS CARRIER, de Rodez; deux broch. in-8°. (Extrait des *Annales de l'Agriculture française.*)

Sur le moyen de produire le Fer et à moitié du prix actuel; deuxième partie; *par* MM. DE PRÉCORBIN et LEGRIS; in-8° (autographié).

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VII, n°s 6 et 7; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; novembre 1841; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; décembre 1841; in-8°.

Revue zoologique; 1841; n° 12.

Génie chiffrologique; par M. DUBLAR; broch. in-8°.

Notice sur un nouveau mode de Dorage des métaux par voie humide et courant voltaïque; par M. LOUYET. (Extrait du tome VIII, n° 11, des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles.*) In-8°.

Novi Commentarii scientiarum Academiæ instituti Bononiensis; tomi 1—4; in-4°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société d'électricité de Londres, Session* 1841 — 1842; part. 3; janvier 1842; in-8°.

Kongl... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Stockholm, pour l'année* 1839; Stockholm, 1841; in-8°.

Arsberättelse... *Compte rendu annuel sur les progrès de la Technologie, fait à l'Académie royale des Sciences de Stockholm, le* 31 *mars* 1839, *par* M. G.-E. PASCH; Stockholm, 1840; in-8°.

Arsberättelse... *Rapport annuel sur les progrès de la Physique et de la Chimie, fait à l'Académie des Sciences de Stockholm, par* M. BERZÉLIUS; Stockholm, 1840; in-8°.

Tal... *Discours du Président de l'Académie royale des Sciences de Stockholm,* M. le comte ROSENBLAD; in-8°.

Il Filocamo... *Il Filocamo, journal médico-scientifique, et journal d'éducation;* n°s 17 et 18 (1er et 17 décembre 1841); in-4°.

Gazette médicale de Paris; 1842, n° 3.

Gazette des Hôpitaux; n°s 5, 6 et 7.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 237.

L'Echo du Monde savant; n°s 695 et 696.

Le Magnétophile; 1842; n° 2.

L'Examinateur médical; tome II, n° 3.

Paléontologie française (prospectus).

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Des propriétés électro-chimiques des corps simples, et de leur application aux arts; par* M. BECQUEREL. (Extrait.)

« L'électro-chimie a fait de tels progrès depuis quelques années, qu'il est possible maintenant de résoudre une foule de questions relatives aux sciences physico-chimiques, qui ne paraissaient pas susceptibles de solution avec les moyens dont on disposait avant l'emploi simultané des forces chimiques et des forces électriques dans l'étude des phénomènes moléculaires. Cette branche nouvelle de nos connaissances sert de lien à la physique et à la chimie, son but étant d'établir les rapports existants entre les affinités, les forces électriques et les forces physiques, sans se préoccuper de savoir si les premières dérivent ou non des secondes.

» Aussitôt que l'on eut découvert l'action chimique des courants électriques, on étudia particulièrement les phénomènes généraux qui s'y rapportent, à l'aide de piles formées d'un grand nombre d'éléments. On suit aujourd'hui une autre direction : on cherche à produire de semblables effets avec des appareils simples, peu dispendieux, à la portée de tout le monde

et qui permettent d'opérer des décompositions et des combinaisons sous l'influence d'actions lentes, et d'étudier les propriétés électro-chimiques de chaque corps, dont l'ensemble compose l'électro-chimie, propriétés tellement importantes, qu'elles ne peuvent être séparées à l'avenir des propriétés chimiques. Envisagée sous ce point de vue, la question est très-vaste; puisqu'elle embrasse tous les corps. Aussi, dans l'état actuel des choses, on ne peut s'attacher qu'aux points principaux et poser quelques jalons pour l'avenir, en y rattachant toutefois les questions de chimie générale et d'application aux arts qui en découlent naturellement. Tel est le but que je me suis proposé dans le travail que j'ai entrepris depuis plusieurs années et qui se composera probablement d'autant de mémoires qu'il y a de corps simples.

» Je commencerai d'abord par présenter à l'Académie quelques considérations générales pour lui faire mieux connaître le plan que je me suis proposé dans mon travail, en indiquant en même temps les moyens dont je fais usage.

» Après avoir analysé les effets électriques produits dans les actions chimiques, et montré l'emploi que l'on pouvait en faire pour former un grand nombre de composés analogues à ceux que l'on trouve dans la nature, je me servis du même mode d'expérimentation pour vaincre les plus fortes affinités, telles que celles qui unissent l'oxygène aux métaux des terres et qui exigeaient, avant, les moyens les plus énergiques dont pût disposer la chimie. Ce mode d'expérimentation, le plus simple possible, consiste à faire fonctionner sans interruption, avec une force à peu près constante, pendant des jours, des mois et même des années, un appareil composé d'un ou de deux métaux différents, communiquant métalliquement ensemble et réagissant sur un même ou sur deux liquides différents, séparés l'un de l'autre par un diaphragme convenablement choisi, qui, tout en s'opposant à leur mélange, laisse passer un courant électrique d'une intensité suffisante pour produire des réactions chimiques, même les plus puissantes, de sorte que le même courant sert à l'analyse et à la synthèse. C'est en suivant une marche semblable, en se servant des mêmes appareils, que M. de la Rive est parvenu à dorer les métaux, et que M. Jacobi a créé l'art de la galvanoplastique.

» Je montrai encore que lorsqu'on opérait sur un mélange de plusieurs solutions métalliques, il existait un rapport tel entre l'intensité du courant et les quantités atomiques des diverses substances dissoutes, que l'on pouvait retirer à volonté une ou plusieurs d'entre elles en laissant les autres dans la solution; qu'en général le courant exerçait son action décomposante

sur les substances combinées en vertu des moindres affinités, mais que l'action des masses exerçait néanmoins une telle influence, que les plus fortes affinités pouvaient être vaincues par l'action d'un courant sans que les plus faibles le fussent, propriété importante qui doit être prise en considération dorénavant dans les décompositions électro-chimiques.

» Les principes que j'ai établis à cet égard, pour être applicables à la métallurgie, c'est-à-dire à la séparation des métaux dissous dans un liquide quelconque, présentent de grandes difficultés, si l'on veut s'en tenir à un courant de même intensité, car on ne peut pas toujours, dans les opérations en grand, avoir en dissolution les métaux dans des rapports de poids déterminés. Il fallait donc recourir à des principes d'une application plus facile, analogues à ceux dont j'ai fait usage pour retirer le plomb et le manganèse de dissolutions renfermant d'autres métaux, sans qu'il en restât aucune trace appréciable aux réactifs les plus sensibles.

» Les méthodes fondées sur ces principes, faciles à employer dans les opérations de laboratoire, ne peuvent être à la vérité d'aucune utilité dans les arts, car le manganèse et le plomb, au lieu d'être obtenus à l'état métallique, sont retirés à l'état de peroxyde; mais ces méthodes ont néanmoins l'avantage de montrer que l'on peut arriver à la solution de la question, sans avoir recours à la loi des masses. On y parvient effectivement en mettant à profit les propriétés électro-chimiques des corps, qu'il faut étudier d'une manière spéciale, si l'on veut en faire des applications aux arts. Telle est la direction que j'ai suivie dans le travail dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui la première partie à l'Académie.

» Dans mes recherches électro-chimiques, mon but n'a donc jamais été, comme quelques personnes l'ont pensé et écrit, de prouver *que les affinités ont une origine électrique, et qu'en définitive toutes les opérations chimiques se réduisent à des effets électriques et dépendent par conséquent de forces physiques*, mais bien de montrer comment on peut faire concourir l'action de l'électricité dégagée dans les plus faibles réactions chimiques (action dont on ne tenait pas compte jadis), avec celle des affinités pour augmenter ou diminuer l'énergie de ces dernières, de même que l'on emploie l'action de la chaleur pour détruire la force d'agrégation et provoquer le jeu des affinités, là où elles ne se manifestent qu'à un faible degré. Sous ce point de vue, l'électro-chimie n'est qu'une annexe de la chimie. Si leur adjonction ne s'est pas encore opérée, si quelques chimistes n'ont pas jugé convenable de l'adopter, soit dans leurs cours, soit dans leurs écrits, la raison en est toute simple. Quand une nouvelle bran-

che de science appartient également à deux autres sciences, ou du moins sert d'intermédiaire entre elles, les uns la considèrent comme devant faire partie de la première, les autres, de la seconde; d'où résulte qu'il peut arriver que cette branche ne soit comprise ni dans l'une, ni dans l'autre de ces deux sciences. C'est précisément ce qui arrive dans le cas actuel. Il faut donc laisser au temps, qui sanctionne ce qui est bon et répudie ce qui est mauvais, le soin d'opérer la fusion. En attendant, la science marche et les applications se succèdent rapidement.

» Ces considérations m'engagent à revenir sur une des bases de l'électro-chimie qui est encore un sujet de discussion entre quelques physiciens. On ne peut cultiver cette branche des sciences physico-chimiques, qu'autant que l'on a fait une étude approfondie des effets électriques produits :

» 1°. Dans le contact des solides, sous l'influence d'agents extérieurs :

» 2°. Dans le contact des solides et des liquides ;

» 3°. Dans le contact des liquides, car ce sont ces effets qui donnent naissance aux courants électriques agissant comme force chimique. C'est en me livrant assidûment à ce genre de recherches que j'ai reconnu, comme M. de la Rive et tout récemment M. Faraday, dans leurs importants Mémoires, qu'il n'y a d'effets électriques de contact qu'autant qu'il y a action chimique calorifique, ou bien un dérangement quelconque dans la position naturelle d'équilibre des molécules, et qu'il est impossible de rendre compte de tous les effets observés et des anomalies apparentes qui se présentent fréquemment, si l'on ne prend pas une de ces causes en considération. M. de la Rive, il faut le dire, est le premier qui se soit prononcé le plus énergiquement et de la manière la plus exclusive en faveur de cette opinion.

» Les partisans de la théorie du contact, n'envisageant la question que sous un seul point de vue, ne peuvent expliquer que très-peu des faits que l'on découvre chaque jour, et qui, en raison de leur nombre, débordent de toutes parts cette théorie, dont l'avantage est seulement de fournir à l'analyse mathématique un principe simple, à l'aide duquel on peut, dans quelques cas particuliers, déduire, de formules renfermant des constantes arbitraires, les résultats de l'expérience. C'est là un des motifs qui ont contribué à maintenir encore cette théorie dans la science. Au surplus, en se bornant à discuter sur un principe, sans apporter à l'appui de son opinion d'autres faits que ceux connus, ou qui sont analogues, la science n'avance point, et chacun reste avec sa conviction, ce qui serait arrivé si l'on n'eût pas démontré l'insuffisance de la théorie de Volta pour expli-

quer une foule de faits nouveaux. Dans mon *Traité d'Électricité*, tout en m'exprimant d'une manière aussi explicite sur la théorie du contact, j'ai avancé néanmoins que lorsque deux corps, ayant de l'affinité l'un pour l'autre, étaient en contact, sans qu'il y eût combinaison, il pouvait arriver que l'action des forces chimiques, commençant à agir, troublât l'équilibre des molécules et mît en liberté une très-petite quantité d'électricité, qui n'était pas capable de produire des courants électriques continus. Une observation extrêmement curieuse m'avait permis d'en tirer cette induction. Voici, au reste, les principaux faits sur lesquels on s'appuie pour attribuer à l'électricité de la pile une origine chimique :

» 1°. Il n'y a pas d'action chimique sans un dégagement considérable d'électricité;

» 2°. Une pile de Volta, chargée avec un liquide n'agissant chimiquement sur aucun des deux éléments dont se compose chaque corps, ne se charge pas, c'est-à-dire qu'elle ne donne ni courant, ni électricité de tension; un des deux éléments est-il attaqué, même très-faiblement par le liquide, on a aussitôt des effets de courant et des effets de tension. L'action chimique devient-elle plus considérable, ces actions croissent en intensité. En un mot, l'intensité des effets électriques est en rapport avec l'énergie de l'action chimique. On voit donc que pour obtenir des effets électriques avec la pile, il faut détruire peu à peu l'un des deux métaux; de plus, le sens du courant dépendant de l'élément qui est le plus attaqué, on peut à volonté, dans une pile voltaïque, en la chargeant avec de l'eau acidulée ou une solution de sulfure alcalin, changer le sens du courant. Dans le premier cas, le pôle positif est du côté zinc; dans le second, du côté cuivre.

» Ces faits généraux, joints à une foule d'autres particuliers que je ne puis rappeler ici, ont mis à même d'en tirer la conséquence que l'électricité dégagée dans la pile émane entièrement de l'action chimique.

» Ce principe une fois établi, on a pu expliquer, en s'appuyant surtout sur la théorie ingénieuse de M. de la Rive, confirmée par les expériences de M. Peltier, comment il se fait qu'avec un seul couple on obtient les mêmes effets décomposants qu'avec une pile de 100 éléments, pourvu toutefois que le liquide ou les liquides qui servent à le faire fonctionner, soient disposés de manière à recueillir le plus possible de l'électricité dégagée. Ces effets ne sauraient être expliqués dans la théorie de Volta, qui pose en principe que la quantité d'électricité dégagée au contact de deux corps est si faible, qu'il faut employer un condensateur pour en accuser la présence;

ce qui n'est pas le cas dans mes appareils, où il n'entre qu'un seul couple.

» En présence d'un si grand nombre de faits favorables à la théorie électro-chimique, les partisans du contact ne peuvent s'empêcher de reconnaître l'influence de l'action chimique dans la production de l'électricité de la pile; mais, voulant défendre néanmoins le terrain pas à pas, ils prétendent que l'action chimique n'agit qu'en donnant naissance à des produits dont le contact avec les éléments de chaque couple est la cause des effets électriques. Cette objection, sans être sérieuse, pouvait être soutenue cependant, et elle l'a été effectivement par Davy, à une époque où l'on n'avait pas analysé complétement les phénomènes électriques produits dans les actions chimiques; mais il est facile aujourd'hui de la détruire complétement au moyen de l'observation suivante, due à mon fils Edmond.

» Lorsqu'une substance agit sur une autre, sous l'influence de la lumière, il se produit des effets électriques, comme dans toutes les réactions chimiques, lesquels effets se manifestent tant que persiste cette influence. Vient-elle à cesser, il n'y a plus aucun signe d'électricité, et cependant le contact des substances nouvellement formées avec les lames métalliques subsiste toujours, et rien n'est changé dans le circuit. Cette expérience, que je regarde comme fondamentale, et dont le détail se trouve dans mon Mémoire, montre donc qu'un contact qui n'est pas suivi d'une action chimique ne saurait troubler l'équilibre des forces électriques. On ne pouvait résoudre complétement la question qu'à l'aide de la lumière, qui permet de faire naître et disparaître à volonté l'action chimique, sans détruire le contact, condition qui ne peut être remplie avec les agents chimiques ordinaires.

» Les considérations précédentes démontrent donc la nécessité d'étudier avec soin les effets électriques produits dans les actions chimiques, si l'on veut se livrer avec fruit à des recherches électro-chimiques et aux applications qui en découlent. Cette digression m'a paru utile à l'époque actuelle, où quelques personnes essayent encore de faire revivre la théorie de Volta. Au surplus, la question est tellement complexe, qu'elle ne saurait être scindée; pour la traiter complétement, il faut l'envisager sous les rapports physiques et chimiques, sans quoi l'on ne peut qu'errer dans les conséquences que l'on tire des expériences.

» J'arrive maintenant au but de mon travail, c'est-à-dire aux recherches électro-chimiques que j'ai entreprises sur les corps simples, en commençant

par l'or, et en y rattachant les questions de chimie et de technologie auxquelles elles m'ont conduit.

De l'or.

» La décomposition électro-chimique des dissolutions métalliques aurifères, opérée de manière à séparer l'or des autres métaux, est le but que je me suis proposé dans ce Mémoire; mais, traitant la question sous le point de vue le plus général, j'ai dû m'occuper d'abord des différents moyens à l'aide desquels on retire ce métal de ses minerais, afin de les comparer entre eux et montrer en même temps la liaison intime existant entre l'électro-chimie, la chimie et ses applications aux arts. Ce plan est vaste, je l'avoue, et lors même qu'il ne me serait donné de le suivre que dans quelques-unes de ses parties, du moins la marche que j'aurai suivie et les résultats auxquels j'aurai été conduit pourront, je l'espère, être utiles aux sciences physico-chimiques.

» J'ai pris l'or dans les minerais les plus pauvres, je l'ai suivi dans les diverses préparations qu'on leur fait subir pour les enrichir; puis j'ai exposé succinctement quelques-unes des méthodes de traitement en usage, pour montrer les perfectionnements qu'on peut y apporter, et enfin j'ai traité la question électro-chimique et les applications aux arts.

» Sans parler des divers gisements de l'or, je me bornerai à dire que c'est principalement dans les sables aurifères ou détritus provenant de la décomposition de roches dites aurifères, et qui occupent des espaces considérables, que l'on retire la plus grande partie de l'or qui entre journellement dans la circulation.

» L'or étant souvent en quantités très-minimes dans ces sables, comme c'est le cas dans l'Oural, dans l'Altaï et dans d'autres localités, ce qu'il y a de mieux est de leur faire subir des lavages successifs, afin d'arriver à un schlick suffisamment concentré pour qu'il y ait avantage à le traiter soit par l'amalgamation, soit par la fonte; car, en continuant le lavage jusqu'à l'or, comme on le fait encore dans un grand nombre de localités, on n'obtient que des paillettes et de petites pépites appréciables à la vue, tandis que l'on perd les parcelles de ce métal qui se trouvent dans les pyrites, ainsi que celles qui, en raison de leur ténuité, sont emportées par les eaux; d'un autre côté, l'expérience démontre que plus les minerais sont riches, plus la perte est considérable, toutes proportions gardées. Il y a donc nécessité de s'arrêter à un certain degré de concentration, si l'on ne veut pas éprouver de pertes grandes. Pour éclairer l'exploitant à cet égard, il faut évaluer la

perte d'or à différentes époques du lavage, soit dans les opérations en grand, soit dans les essais de laboratoire.

» Les premières expériences sur une grande échelle ont été faites par M. Boussingault, notre confrère, pendant son séjour dans la Bolivie, et je dois à son obligeance la communication des résultats qu'il a obtenus. Dans l'impossibilité où je suis d'exposer ici les détails de ces expériences, qui se trouvent dans mon Mémoire, je rapporterai seulement les principaux résultats, qui sont significatifs.

» 1[re] expérience. On a soumis au lavage 10,509 livres anglaises :

» Ces 10,509 l. renfermaient, or pur .	$3^{gr.},995$. .	argent pur,	$10^{gr.},824$
» On a retiré.	1 091. .	*id.*	426
» Perte totale du lavage, or.	$2^{gr.},904$. .	argent . . .	$10^{gr.},398$

» On voit par là que dans un lavage exécuté avec le plus grand soin, on n'a retiré qu'un peu plus du tiers de l'or contenu dans les pyrites et environ le $\frac{1}{25}$ de l'argent. Dans une 2[e] expérience, on a perdu un peu plus des $\frac{3}{4}$ de l'or et le $\frac{1}{16}$ de l'argent. Dans la 3[e] expérience, la perte a été moins grande, puisqu'elle n'est montée qu'à un peu moins de la moitié de l'or et aux $\frac{5}{6}$ de l'argent; mais il faut dire aussi que c'est la seule qui ait présenté une différence aussi faible. Ces résultats, et d'autres qui viennent à l'appui, donnent la limite des pertes d'or et d'argent que l'on fait dans le lavage des pyrites aurifères dans la Bolivie, lorsqu'on le pousse jusqu'à l'or. C'est à la suite de ces expériences que M. Boussingault sentit la nécessité de griller ces pyrites pour en séparer l'or, quand elles ne pouvaient pas être décomposées spontanément, comme à Marmato. Ces résultats me frappèrent tellement, que je résolus de faire une série d'expériences pour m'assurer si ces pertes, dans le lavage des minerais et sables aurifères de diverses localités, ne seraient pas en rapport avec celles trouvées par notre confrère. J'employai à cet effet des minerais de l'Oural et de l'Altaï, que le gouvernement russe m'avait envoyés, en assez grande quantité, pour des recherches électro-chimiques: ces minerais sont soumis dans les localités au lavage à la sébille. Leur envoi était accompagné d'un tableau des essais faits en Russie par la voie sèche et par la voie humide, essais qui ne se sont pas trouvés d'accord, à beaucoup près, avec ceux que j'ai faits ici, en suivant l'excellente méthode de M. Berthier, qui consiste à fondre les pyrites aurifères avec dix parties de litharge et deux parties de nitre. J'y ai ajouté quelques centigrammes d'argent, afin de ne point perdre dans la coupelle la très-petite quantité d'or qui devait s'y trouver, la teneur de ces minerais ne s'élevant guère en moyenne au-dessus de 0,000005.

» On croit généralement dans l'Oural que le grillage des pyrites aurifères, recommandé par M. Boussingault comme indispensable avant le lavage et l'amalgamation, entraîne ordinairement perte d'or et d'argent. Cette opinion m'ayant paru reposer sur des expériences inexactes, j'ai voulu vérifier l'assertion en en faisant de nouvelles sur une grande échelle; j'ai reconnu constamment que la teneur du minerai cru et celle du minerai grillé ne présentaient jamais d'autre différence que celle résultant du poids.

» Ce premier point étant établi, je n'hésitai pas dans les expériences en grand que je devais faire sur les essais et le traitement, à griller le minerai; mais avant j'ai voulu connaître comment l'or était réparti et quelle pouvait être la perte faite dans le lavage. J'opérai d'abord sur le minerai de Blagovejensk, fortement concentré par le lavage.

» Trois kil. de ce minerai, broyé et tamisé, mais non très-fin, puis soumis au lavage par lévigation, ont fourni des parties grosses et des parties fines qui ont été essayées séparément avant ou après grillage. On a été conduit à ce résultat que les parties fines ont une teneur à peu près égale à celle des parties grosses, et que la teneur moyenne est beaucoup plus considérable que celle indiquée dans le tableau envoyé. Les expériences ont été recommencées sur 10 kilogr. du même minerai non concentré, et dont la teneur était d'environ 0,00001, les résultats ont été semblables. On devait conclure de là que l'or y étant également réparti, devait s'y trouver dans un état de division extrême, et que pour en retirer le plus possible par le lavage, il fallait bocarder et broyer à un degré de finesse convenable pour que les parties les plus fines ne renfermassent plus qu'une teneur insignifiante. En ne suivant pas cette marche, les pertes ne peuvent être que considérables.

» Je passe sous silence toutes les expériences que j'ai faites sur d'autres minerais, et dont les détails ne pourraient trouver place ici. Je dirai seulement qu'en comparant mes résultats avec ceux de M. Boussingault, quoique nous n'ayons pas suivi la même marche, on voit qu'ils sont à peu près les mêmes, c'est-à-dire que la perte de l'or dans le lavage est quelquefois les deux tiers, les trois quarts, et même au-delà de la véritable teneur, et que dès lors on doit faire subir aux pyrites aurifères et au minerai la préparation mécanique nécessaire pour diminuer cette perte. La manière d'opérer à Marmato devrait servir de guide à cet égard dans toutes les grandes exploitations.

» Après avoir passé en revue les différents modes d'amalgamation des mine-

rais d'or, j'ai fait usage d'un procédé particulier d'amalgamation dont l'industrie pourra peut-être tirer parti et dont je vais essayer de donner une idée.

» Quel est le but de l'amalgamation au moulin? c'est de diviser le mercure en gouttelettes, afin qu'il puisse saisir les parcelles d'or partout où il y en a ; mais cette division ne peut jamais être assez grande, quelle que soit la durée de l'opération, pour qu'il se trouve du mercure dans tous les endroits où il existe de l'or; de sorte que ce dernier ne peut jamais être retiré en entier. Pour parer à cet inconvénient, j'ai substitué au moulin un mécanisme au moyen duquel on présente aux parcelles d'or une grande étendue de surface de mercure, afin qu'il y ait plus de chances d'enlever l'or et de perdre moins de mercure.

» L'appareil se compose, 1° d'une auge en bois, destinée à recevoir le minerai aurifère; 2° d'une masse parallélipipédique en zinc, évidée à l'extérieur, de manière à former quatre surfaces paraboliques. Cette masse, dont la surface est amalgamée, est portée par deux tourillons reposant dans deux gorges pratiquées dans deux faces parallèles de l'auge; ainsi disposée, elle est mise en mouvement, plus ou moins rapidement, au moyen d'une manivelle.

» On conçoit, d'après cette disposition, que lorsque le minerai, dans un état de division suffisant, est introduit dans l'auge avec du mercure et une certaine quantité d'eau, de manière à le transformer en pâte liquide, si l'on fait tourner le zinc, les arêtes des surfaces paraboliques prennent au fond de la caisse le minerai, qui s'étend sur les surfaces amalgamées et leur abandonne l'or qu'il renferme, ainsi qu'une portion du mercure; mais, comme le mouvement de rotation continue pendant un certain temps, toutes les parties du minerai touchant successivement le zinc amalgamé, aucune parcelle d'or ne doit échapper à l'action du mercure.

» L'amalgame formé reste sur le zinc ou tombe au fond de la caisse, quand le poids en est trop fort; en outre, les gouttelettes de mercure, à mesure qu'elles se forment, sont enlevées par le zinc et retombent; ainsi de suite. Quand on juge l'opération terminée, on retire le zinc, on enlève de dessus la surface le plus possible d'amalgame, on lave le minerai, et l'on opère ensuite comme dans l'amalgamation.

» Je crois en avoir dit assez pour faire connaître le mode d'action de l'appareil avec lequel j'ai expérimenté.

» Dans une expérience qui a duré dix heures, et dans laquelle on a opéré sur $2^{kil},500$ du minerai de Blagovejensk concentré, dont la teneur était de 0,00012, je n'ai laissé dans les résidus que 0,00001.

» En réfléchissant à ce procédé, on ne peut disconvenir qu'il n'offre des avantages sur les moulins, car il vaut mieux présenter aux parcelles d'or, pour s'en emparer, de larges surfaces recouvertes de mercure, que des globules de ce métal.

» L'appareil que j'ai décrit dans mon Mémoire aura besoin d'être modifié dans la pratique. On n'aurait pas besoin, par exemple, de faire l'agitateur en zinc plein ; il pourrait être en bois recouvert de lames de zinc, ou de cuivre, qui s'amalgame suffisamment pour l'opération.

» J'ajouterai, en terminant, qu'il ne se détache qu'une quantité très-faible d'amalgame de zinc du corps de l'appareil.

» Après avoir traité avec assez de développement ce qui concerne la préparation mécanique des minerais et leur traitement par le mercure, j'expose les recherches électro-chimiques que j'ai faites sur l'or et ses composés, recherches qui ont plutôt un but scientifique qu'industriel.

» J'ai commencé par montrer le parti que l'on pouvait tirer de la chaleur produite par le passage d'un courant électrique très-intense, dans un fil de métal très-mauvais conducteur de l'électricité, tel que le platine, pour faire des essais de minerais d'or ou autres, obtenir des effets de fusion, etc.

» Si l'on prend un fil de platine d'un demi à un millimètre de diamètre, et même au-delà, et qu'on y fasse passer un courant énergique, ce fil devient incandescent dans son milieu. Mais si, au lieu de prendre un fil droit, on se sert d'un fil enroulé, dans sa partie moyenne, en spirale, dont les spires vont en diminuant, de manière à former un cône, ou bien qu'on l'enroule en hélice, la chaleur se concentre alors sur un espace très-restreint, et si elle est poussée jusqu'au rouge-blanc, on a alors dans l'espace circonscrit une température excessivement élevée, capable de fondre les substances les plus réfractaires.

» La spirale est destinée à recevoir de petits creusets; l'hélice, des capsules ou de petites coupelles.

» En opérant avec une pile à courant constant, dont je donne la description dans mon Mémoire, on maintient la température au même degré pendant des heures entières.

» Si l'on veut opérer avec des piles à très-grandes surfaces, on conçoit que l'on puisse alors obtenir de grands effets de fusion. Les creusets, suivant les effets que l'on veut produire, sont en métal, en porcelaine, en argile réfractaire; ces derniers doivent être en général, pour des piles ordinaires, à parois minces. On peut faire usage également de creusets en charbon;

mais il résulte alors une chaleur excessive de l'action combinée de la combustion du charbon et du passage de l'électricité dans le fil. La cendre provenant de cette combustion se fond avec le flux et forme une enveloppe vitreuse, mince, qui enveloppe les spires du fil. Quand cette enveloppe n'est pas suffisamment épaisse, le bouton métallique se combine avec le platine.

» Veut-on augmenter la température, on place sous la spirale, ou l'hélice, une lampe à alcool, dont la flamme enveloppe entièrement le creuset: la chaleur devient alors si intense, qu'elle fond quelquefois les fils, même d'un assez gros diamètre; mais l'appareil est tellement disposé, que l'on peut éloigner à volonté la flamme du creuset et régler ainsi la température: avec un peu d'habitude, on est averti par la radiation lumineuse si l'on est près ou non du point de fusion du fil.

» Pour coupeller, on se sert de coupelles plates en cendres d'os, et l'on insuffle de l'air sur le bain métallique.

» J'ai pu opérer la fusion de quelques décigrammes de minerai d'or, dont la teneur était de 0,00002. Le bouton de retour était visible.

» Ce mode d'expérimentation, que j'ai décrit particulièrement en raison du principe, a l'avantage de pouvoir opérer dans divers milieux; car il suffit de placer la spirale dans une cloche renfermant les gaz que l'on veut faire réagir sur les substances d'essai.

» Je répète encore que, bien que mes expériences aient roulé sur de très-petites quantités de minerai d'or, si l'on opérait avec des piles d'une grande dimension, on pourrait agir sur des quantités plus considérables.

» Mon but n'a point été de chercher à substituer aux modes d'essais en usage, et qui ne laissent rien à désirer, un autre mode fondé sur les propriétés calorifiques des courants électriques, mais bien de montrer tout le parti que l'on peut tirer de l'agent électrique dans toutes les branches de la chimie.

» Mais s'il en est ainsi à l'égard de l'action calorifique de l'électricité, il n'en est pas de même de son action comme force chimique dans les essais par la voie humide, attendu qu'elle peut servir réellement, comme on va le voir ci-après, non-seulement pour les essais, mais encore pour les analyses, même en opérant sur des quantités assez considérables.

» Prenons d'abord une dissolution d'or et voyons comment, au moyen des forces électriques, on peut en décéler la présence, alors même que ce métal s'y trouve en très-petite quantité. On met cette dissolution dans un

entonnoir de verre, dont le bec est fermé, sur une étendue de 1 centimètre, avec de l'argile humectée d'eau salée, le bec étant coiffé avec un linge, pour empêcher celle-ci de tomber; le bec traverse la tubulure d'un bocal rempli d'une dissolution concentrée de sel marin dans laquelle se trouve une lame de zinc décapée. On introduit ensuite dans un tube de verre un fil de platine qui dépasse l'extrémité de quelques millimètres que l'on soude; le bout soudé est plongé dans la dissolution d'or. Le bout libre du fil qui sort par l'autre extrémité du tube est mis en communication avec la lame de zinc; au même instant, l'action électro-chimique commence par suite de l'action de l'eau salée sur le zinc. L'or se précipite peu à peu sur le très-petit bout du fil de platine qui plonge dans la solution d'or. Au bout de peu de temps, tout l'or se trouve déposé sur une très-petite étendue de surface. On coupe le bout, on pèse; on enlève l'or, on pèse de nouveau, et la différence donne le poids de l'or. On peut ainsi recueillir et peser des quantités très-minimes d'or renfermées dans une dissolution. J'indique dans mon Mémoire les précautions à prendre pour faire convenablement cette expérience.

» J'ai cherché ensuite la solution de cette question :

» Une dissolution quelconque, acide ou alcaline, renfermant de l'or et divers métaux, étant donnée, en retirer l'or dans un grand état de pureté. La solution de cette question exigeait l'emploi de principes nouveaux, que je vais exposer, et dont l'industrie pourra tirer parti dans plusieurs cas.

» Supposons qu'un métal oxydable soit en dissolution, dans un liquide quelconque, avec un autre qui l'est très-peu; si l'on veut séparer ce dernier de l'autre, en se servant de l'appareil décomposant formé d'un couple et d'un diaphragme en terre cuite, on agira comme il suit :

» On conçoit que si l'on verse dans la partie fermée par le diaphragme la dissolution métallique, et dans le vase où plonge ce diaphragme, une dissolution de même densité, et qui n'en diffère qu'en ce qu'elle ne renferme pas le métal que l'on veut retirer, celui-ci étant en très-petite quantité, il n'y aura point d'endosmose, ou du moins elle sera excessivement faible; c'est en cela que consiste le succès de l'expérience : en effet, opérons sur une dissolution renfermant de l'or, du cuivre, du fer. Commençons par une dissolution d'or et de cuivre dans l'eau régale.

» On verse la dissolution, que l'on a rendue aussi neutre que possible, dans le diaphragme, que l'on place dans un vase renfermant une dissolution de cuivre au même degré de concentration, et dans laquelle plonge une

lame de cuivre; dans l'autre, une lame de platine : les deux lames sont mises en communication. Le cuivre est immédiatement attaqué avec formation de protochlorure; le courant électrique qui en résulte a une intensité suffisante pour décomposer le chlorure d'or et non le chlorure de cuivre, car s'il se précipitait du cuivre, il y aurait un contre-courant qui détruirait l'autre, ce qui ne saurait avoir lieu.

» J'ai reconnu, d'une part, que l'or retiré par ce moyen était chimiquement pur, et que, dans une expérience où la dissolution renfermait $0^{gr},032$ d'or, on en a retiré $0^{gr},031$. On a donc perdu $0^{gr},001$ d'or dans la manipulation.

» Dans une autre expérience la perte n'a été que de $0^{gr},0005$; on doit donc l'attribuer à des erreurs presque inévitables dans des expériences de cette nature.

» J'ai appliqué ce mode d'expérimentation à l'essai d'un minerai de cuivre du Chili, dont je connaissais la teneur en cuivre. 10 grammes ont été traités par l'eau régale; puis, après filtration et lavage, on a chassé l'excès d'acide et l'on a dissous dans l'eau distillée. On a préparé une autre dissolution de chlorure de cuivre ayant la même densité, et l'on a opéré comme ci-dessus : la lame de platine a bientôt acquis la teinte de l'or; les pesées ont accusé à peu près $0^{gr},0005$ d'or, qui est sensiblement la teneur trouvée par un essai.

» Pour séparer l'or du fer dans une dissolution de ces deux métaux, on suit une marche absolument semblable. Les résultats ont été également satisfaisants, c'est-à-dire qu'on a retiré tout l'or contenu dans la dissolution, sauf la perte faite dans les manipulations.

» Il n'a été question encore que de dissolutions ne renfermant que de l'or et un autre métal; mais s'il s'agissait de dissolutions renfermant plusieurs métaux, on pourrait se servir des mêmes principes pour opérer leur séparation. S'il s'agit, par exemple, d'une dissolution de plomb, de cuivre, de fer et d'or, de laquelle on voulût retirer l'or, on préparerait une dissolution des trois premiers, dans les mêmes proportions, de manière à avoir une dissolution à peu près de même densité, et l'on disposerait l'expérience comme ci-dessus, en opérant avec un couple platine et cuivre. Le courant produit dans cette circonstance a juste la force nécessaire pour décomposer le chlorure d'or seulement, car il ne saurait réagir sur le chlorure de cuivre et encore moins sur les chlorures des métaux plus oxydables que lui.

» Pour retirer le cuivre sans toucher aux autres métaux, il faudrait rem-

placer la dissolution des trois métaux par une autre renfermant le plomb et le fer. Alors, en opérant avec un couple plomb et platine, ou fer et platine, on aurait le cuivre. Lorsque la dissolution où se trouve le métal attaqué ne réagit que faiblement sur ce métal, on y ajoute un agent capable d'augmenter la réaction; mais alors il faut l'introduire également dans l'autre dissolution.

» Après avoir étudié les principes précédemment exposés, et dont on a dû entrevoir immédiatement les applications à la métallurgie, j'ai dû m'occuper de la dorure sur métaux, en vertu d'actions électro-chimiques lentes, au moyen des appareils que je viens de décrire et en cherchant le moyen d'accélérer l'action sans employer une pile voltaïque. Un autre motif m'engagea à en agir ainsi. Suivant le plan que je me suis proposé, j'ai pris l'or dans les minerais les plus pauvres, je l'ai suivi dans toutes les transformations qu'on leur fait subir pour les traiter, en y faisant intervenir autant que possible l'action électro-chimique. Je dois examiner maintenant son emploi dans les arts, sous l'influence de la même action.

» M. de la Rive est le premier qui ait songé et ait réalisé l'idée d'appliquer l'or sur les métaux, en faisant usage de mes appareils électro-chimiques simples; mais, comme cela se voit fréquemment, celui qui découvre un art n'est pas toujours celui qui le porte à la perfection; car c'est dans la pratique que l'on reconnaît les avantages et les inconvénients dont on a besoin pour le perfectionnement; il faut pour cela le concours d'un grand nombre de personnes : en attendant, l'honneur appartient à l'inventeur. Immédiatement après la découverte de M. de la Rive, les physiciens et les industriels, en France, en Angleterre, en Allemagne, dans toute l'Europe en un mot, se mirent à l'œuvre pour perfectionner ce nouveau mode de dorure, soit en opérant avec des dissolutions plus convenables que celles indiquées par M. de la Rive, soit en faisant intervenir un certain nombre d'éléments de la pile de Volta. Malheureusement peu de résultats furent publiés, parce que l'on cherchait plutôt à spéculer qu'à en faire un but de recherches scientifiques. Des brevets d'invention, dont la date établit la priorité en faveur de M. Elkington, ont été pris; mais je n'ai pas à m'en occuper ici; je sais seulement que la publication la plus complète que la science ait enregistrée dans ses annales, est celle de M. de Ruolz, après toutefois celle de M. de la Rive, qui, pendant plus de dix ans, à ma connaissance, a cherché un procédé simple de dorure, sans l'intermédiaire du mercure. Je dois dire cependant que M. Elkington est le premier qui ait fait connaître que l'on pouvait substituer, dans la dorure

par la voie humide, au chlorure d'or, un autre sel d'or, l'aurate de potasse, ce qui était déjà un grand perfectionnement.

» A peine la communication de M. de Ruolz eut-elle été faite à l'Académie, que de toutes parts on apprit que différentes personnes étaient parvenues à dorer tous les métaux avec une assez grande perfection. M. Elkington est un de ceux qui, sous ce rapport, revendiquent la priorité. Nous voyons aussi dans une Notice de M. Louyet, insérée dans le tome VIII des *Annales de l'Académie de Bruxelles*, une réclamation de priorité relativement à l'emploi du bisulfure d'or dans le cyanure de potassium et d'éléments voltaïques. Suivant lui, ce procédé a été exposé, il y a huit mois, dans un cours public fait à l'école centrale de Bruxelles, par conséquent avant la publication de M. de Ruolz. Je me borne à indiquer ces faits, comme documents historiques, sans chercher à en discuter la valeur. Je dirai seulement que M. de Ruolz se distingue entre tous les prétendants à la découverte de la meilleure méthode pour la dorure au moyen de la pile, en ce qu'il a fait connaître le premier, à l'Académie, comment on pouvait appliquer avec facilité non-seulement l'or, mais encore un métal sur un métal quelconque. La question a donc été envisagée par lui de la manière la plus générale.

» Du choix des dissolutions dépendait le succès de l'application des métaux ; sous ce rapport M. de Ruolz a été heureux, car celles dont il s'est servi sont les plus avantageuses qu'on ait encore trouvées jusqu'ici.

» Le rapport rempli de détails intéressants de votre Commission, par l'organe de M. Dumas, n'a donc rien dit de trop à cet égard.

» Le travail de M. de Ruolz y a été envisagé, comme elle le reconnaît elle-même, plutôt sous le point de vue technique que sous le rapport scientifique. C'est actuellement à la science à éclairer l'industrie naissante de la dorure électro-chimique, qui ne connaît le courant électrique que par la propriété qu'il possède de décomposer les corps, et de transporter leurs éléments en certains points ou sur certaines surfaces appelées *pôles*. Mais le courant électrique est comme un torrent qui renverse indistinctement tout ce qui s'oppose à son passage : il sépare, entraîne les parties dans deux directions différentes, suivant leur nature et les rapports chimiques qui les lient; et si l'on ne dirige pas son action, il agit pour ainsi dire tumultueusement en déposant d'un côté tous les corps qui jouissent des propriétés acides, de l'autre tous ceux qui se comportent comme alcalis; car, notez-le bien, il n'y a pas de composé chimique, organisé ou inorganisé, qui, obéissant à son action, ne se partage en deux éléments distincts, qui eux-

mêmes se partagent en deux autres, ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive aux éléments simples.

» Pour obvier à ce dépôt tumultueux à chaque pôle, il faut savoir régulariser la marche du courant, le forcer à prendre tel corps plutôt qu'un autre; il faut que le dépôt se fasse régulièrement sur toute l'étendue de la surface et que la couche en soit égale partout; il faut enfin se rendre maître de son action. Voilà, ce me semble, ce que la science doit indiquer à l'industrie; et n'est-ce pas faute de connaissances précises à cet égard, que rien n'annonce encore qu'on ait pris les précautions nécessaires pour que l'or soit également réparti sur toute la surface et que la dorure sur bijoux, au moyen de l'électricité, n'ait pas atteint le degré de perfection désirable, c'est-à-dire ce mat vif tant recherché. Ne serait-ce pas par hasard parce que l'on a opéré sur des dissolutions qui renfermaient encore quelques parties de fer et parce que l'action était trop rapide. Dans le premier cas, le courant amène sur la pièce à dorer, non-seulement l'or, mais encore le fer et les autres substances métalliques qui se trouvent dans la dissolution, quoique en petite quantité; dans le second cas, une action trop vive ne permettant pas aux molécules de se grouper régulièrement, empêche la production du mat vif.

» Ce sont des questions que j'examinerai ci-après.

» Il est facile d'expliquer aussi pourquoi certaines dissolutions d'or ne réussissent pas; tandis que d'autres produisent un excellent effet. Tout métal oxydable qu'on plonge dans une dissolution neutre d'or la décompose plus ou moins rapidement; l'or se réduit sur la surface du métal : mais si on le rend suffisamment négatif, il n'est plus attaqué par la dissolution et sa surface reste brillante. Augmente-t-on cet état négatif, alors il décompose la dissolution, non plus en raison de son affinité sur celle-ci, mais à cause de son pouvoir électro-chimique. C'est précisément ce qui arrive quand on plonge dans l'eau de mer, comme Davy l'a fait, un couple fer et cuivre; le fer, en rendant électro-négatif le cuivre, non-seulement le préserve, mais encore détermine une action électro-chimique, en vertu de laquelle l'eau et les sels qu'elle renferme sont décomposés, la soude et les bases se déposent sur le cuivre qui conserve son brillant. Il résulte de là qu'en opérant avec un courant électrique simple, si l'on étend suffisamment la dissolution d'or pour que la pièce à dorer qu'on plonge dedans soit assez négative pour ne plus réduire chimiquement le sel d'or, alors l'action électro-chimique décomposante commence. De même, en opérant avec un courant provenant d'une pile composée d'un grand nombre d'éléments, si la dissolution a une énergie suffisante pour réa-

gir sur le métal à dorer, même lorsque ce métal est en communication avec le pôle négatif, l'action de celui-ci est alors paralysée et le sel d'or est décomposé par l'action chimique directe et non par le courant. Voilà pourquoi il n'y a qu'un petit nombre de dissolutions aurifères qui puissent être employées. Un des avantages de l'emploi de la pile dans la dorure, comme le fait M. de Ruolz, est de séparer la dissolution métallique aurifère de l'appareil qui fournit le courant; dans ce cas on n'a pas à craindre des pertes d'or. Il n'en est pas de même avec les appareils électro-chimiques simples, tels que ceux employés jusqu'ici; mais on peut éviter en grande partie cette perte et arriver en même temps à un résultat semblable à celui de M. de Ruolz, en opérant toutefois avec des dissolutions suffisamment étendues; il faut alors plus de temps, mais aussi l'on arrive à la perfection. C'est là toute la différence qui existe entre le mode d'action des appareils composés et celui des appareils simples. Il ne faut, pour tout cela, qu'invoquer les principes précédemment énoncés. J'expose d'autant plus volontiers les recherches que j'ai faites à cet égard, que tout en pouvant être utiles, elles viennent à l'appui de l'opinion que j'ai émise il y a plus de quinze ans, qu'un seul couple formé d'un métal et de deux liquides différents, de deux métaux et d'un seul liquide, ou de deux liquides différents convenablement choisis, peuvent produire les mêmes effets qu'une pile composée d'un grand nombre d'éléments; seulement, avec plus ou moins de temps, selon le choix des substances employées, leur quantité et leur rapport. On peut ainsi, avec un seul couple, se passer dans un grand nombre de cas d'une pile, et même obtenir des effets que celle-ci ne peut donner, surtout quand on désire avoir des composés cristallisés. Il y a certes là un avantage, car la pile est d'un usage dispendieux et même incommode dans la science et dans la pratique : aussi tous mes efforts ont-ils tendu à la remplacer par un appareil simple que l'on emploie déjà dans les arts. M. de la Rive a suivi cette marche en faisant usage pour la dorure d'un appareil composé d'une plaque de zinc, de la pièce à dorer, d'un diaphragme en vessie contenant la dissolution neutre d'or où plonge cette pièce, et d'un bocal rempli d'eau acidulée dans laquelle plonge le zinc. Dès l'instant que le zinc communique avec le métal à dorer, la dissolution d'or est décomposée, l'or se précipite sur la surface du métal, qui devient noirâtre et légèrement dorée. Il suffit alors de frotter la pièce à dorer avec un linge fin pour obtenir le brillant. Après plusieurs immersions et opérations semblables, la pièce est dorée avec un beau poli, à peu près de même que par la méthode dite d'application; il est impossible d'obtenir par ce moyen le mat, comme le

donne la méthode de M. de Ruolz, ce qui restreint nécessairement ses applications, car le doreur tire un parti avantageux du mat qu'il transforme en poli à l'aide du brunissoir. Il est facile d'expliquer pourquoi il ne peut en être ainsi dans le procédé de M. de La Rive : la dissolution n'étant ni assez neutre, ni assez étendue, la pièce à dorer réagit chimiquement sur la dissolution d'or; il en résulte un courant électrique dirigé en sens inverse du premier, de façon que l'on n'a que la différence d'action des deux courants. C'est pour ce motif que la pièce est en partie dorée par l'action électro-chimique et en partie recouverte d'or réduit. En général, pour que l'action électro-chimique produite par le courant provenant de la réaction de l'eau acidulée sur le zinc soit à son maximum, il faudrait que la pièce à dorer ne fût pas attaquée par la dissolution aurifère : c'est ce qui a lieu pour le platine, qui se dore par ce moyen avec une grande facilité.

» Dans la méthode de M. de la Rive, une partie de la dissolution d'or est décomposée par la vessie qui se recouvre d'or; une autre ne tarde pas à passer au travers et est réduite par le zinc, dont l'action est alors diminuée, en raison des couples secondaires zinc et or qui se forment à sa surface. On est alors forcé de recueillir l'or disséminé et sur la vessie et sur le zinc. De plus l'eau acidulée étant un bon conducteur pour l'électricité, il s'ensuit qu'une portion des deux électricités dégagées dans sa réaction sur le zinc se recombine dans le liquide même, ce qui diminue d'autant l'intensité du courant.

» On peut néanmoins éviter les inconvénients du diaphragme en vessie, obtenir le mat avec les appareils simples, et une adhérence peut être encore plus forte de l'or qu'en employant la pile; mais alors il faut opérer dans d'autres conditions.

» On a vu précédemment que lorsque deux dissolutions de même nature ayant même densité et ne différant entre elles qu'en ce que l'une renferme une très-petite quantité d'un composé qui ne se trouve pas dans l'autre, sont séparés par un diaphragme de toile, de terre demi cuite, de porcelaine dégourdie ou d'argile humide, les phénomènes d'endosmose et d'exosmose ne se manifestent qu'à un faible degré et même n'ont lieu qu'après un certain laps de temps, lorsque la densité étant différente, ainsi que les composés, le diaphragme est formé d'une couche d'argile suffisamment épaisse, humectée de l'une des dissolutions. On peut se servir de ce principe pour l'application de l'or sur divers métaux et avoir le mat, en faisant usage des appareils simples. Le mat étant la conséquence d'une très-forte adhérence de l'or aux métaux et de l'état d'agré-

gation de ses molécules, ne peut être obtenu qu'avec des dissolutions suffisamment étendues; car si l'on opère avec des dissolutions d'une densité égale à celles de M. de Ruolz, on retombe dans les effets de M. de la Rive, dont on a parlé précédemment.

» Les liquides employés sont le double cyanure de potassium et d'or, et la dissolution de cyanure d'or dans l'eau salée.

» Une solution formée avec 1 gramme de chlorure d'or sec, 10 grammes de cyano-ferrure jaune de potassium et 100 grammes d'eau, ne donne qu'une couleur d'or sale, rejetée par l'industrie; pour obtenir le mat, il faut étendre cette solution de plusieurs fois son volume d'eau. L'expérience suivante indique le dispositif le plus simple que l'on puisse employer pour des essais en petit.

» On a pris un tube de verre de 1 centimètre de diamètre et de 1 décimètre de longueur; un des bouts a été fermé avec du kaolin en pâte un peu consistante, humectée d'eau salée et formant une espèce de tampon de 1 centimètre de longueur, et ce même bout fut coiffé avec du linge pour retenir le koalin. Il faut bien se garder de mettre aucune substance organique dans l'intérieur du tube sur l'argile, attendu qu'elle serait réduite par le sel d'or. Le tube a été rempli de la dissolution étendue de double cyanure d'or et de potassium. On a plongé ensuite dedans un cylindre de laiton, poli et parfaitement décapé, comme on le fait dans les arts, avec un mélange d'acide nitrique concentré et de suie, décapage qui se fait en frottant avec un linge humecté du mélange, plongeant immédiatement la pièce dans l'eau, replongeant de nouveau, et ainsi de suite, et essuyant bien quand le décapage est arrivé au degré voulu. Le tube a été placé dans une éprouvette remplie d'une dissolution à même densité de cyano-ferrure jaune de potassium, renfermant du sel marin, mais privée d'or, dans laquelle plongeait une lame de zinc que l'on mit en communication avec le cylindre de laiton, au moyen d'un fil de cuivre. La décomposition électro-chimique ne tarda pas à se manifester, l'or se précipita sur le laiton, et dix minutes après sa surface avait déjà un aspect mat. L'opération fut continuée jusqu'à ce que tout le cyanure d'or, et même une grande partie du cyanure de potassium fût décomposée. On retira alors le cylindre qui était doré mat, comme par la méthode de M. de Ruolz. La dissolution contenue dans le tube était devenue très-alcaline, conséquence de l'action du courant sur les sels alcalins; dans ce cas, le zinc étant attaqué par suite de la réaction du cyanure et du chlorure alcalin, il se forme un cyanure et un chlorure de ce métal;

tandis que la soude est transportée sur le laiton, et, devenant libre, réagit sur le sel d'or, le décompose, sépare l'or, qui, étant attiré par ce même laiton, en raison de son état négatif, se dépose sur sa surface et y adhère d'autant plus fortement que l'action a été plus lente. Ce dépôt résulte donc de deux actions combinées, d'une action chimique et d'une action électro-chimique. C'est ce concours qui donne une puissance si grande aux appareils électro-chimiques simples, et qui leur permet de rivaliser avec les piles composées d'un grand nombre d'éléments.

» Quand on s'aperçoit, par la lenteur des effets produits, que le zinc est faiblement attaqué par la dissolution mixte de cyanure et de chlorure alcalins, on augmente la proportion de celui-ci, et même on remplace entièrement la dissolution par une autre plus ou moins concentrée de sel marin; mais dans tous les cas, il faut bien se garder d'employer des acides, par les raisons ci-dessus mentionnées. Les effets électro-chimiques dépendant de l'épaisseur du tampon d'argile, et de son état plus ou moins pâteux, on ne peut donner aucune règle à cet égard. Quoique l'endosmose soit très-faible, néanmoins elle finit par avoir lieu, si l'on n'a pas l'attention de changer de temps à autre la cloison en argile : il est bon aussi de la visiter quelquefois dans la crainte que quelques cristallisations, formées dans la masse, ne lui donnent trop de consistance, et ne s'opposent au passage du courant. Mais lors même qu'il passerait du cyanure d'or dans le bocal où se trouve le zinc, ce cyanure, qui ne s'y trouverait qu'en très-petite quantité, serait décomposé par le chlorure de zinc; il se formerait un chlorure d'or qui serait décomposé par le zinc, et il se déposerait au fond du vase un précipité floconneux de cyanure de zinc. On recueille l'or en nettoyant le zinc avec un linge; mais, je le répète, cette quantité est toujours très-minime, quand on prend toutes les précautions indiquées. Avant de soumettre une pièce à la dorure, il faut s'assurer que la dissolution est dans un état convenable. A cet effet, on opère avec un fil parfaitement décapé, et si dans l'espace de quelques minutes il conserve son brillant métallique, alors on peut commencer les opérations avec toutes chances de succès. Comme il arrive quelquefois qu'on mêle à la dissolution de cyanure d'or et de potassium une solution de sel marin, il faut bien se garder d'en ajouter une trop grande quantité, car l'argent, quand le courant n'a pas assez d'énergie, est attaqué et devient noir.

» Si l'on opère avec un cylindre de cuivre, dont la surface est parfaitement décapée, on obtient absolument les mêmes effets. Un cylindre

d'argent à surface matte se dore également, mais moins promptement que lorsque la surface est polie.

» Voici les proportions qui m'ont donné les plus beaux effets :

» On a fait une dissolution avec 1 gramme de chlorure d'or sec, 10 grammes de cyano-ferrure jaune de potassium et 100 grammes d'eau; on a filtré, pour séparer le cyanure de fer, puis on a ajouté encore 100 gr. d'une solution saturée de cyanure jaune. Ce mélange, employé à la dorure, a donné un mat terne; en étendant la solution de son volume d'eau, et même de deux volumes, on a eu un mat clair. En général, le ton varie selon que la solution est plus ou moins étendue : il est d'autant plus beau qu'elle est plus étendue et qu'elle renferme moins de fer. La raison en est toute simple: dans le premier cas, les molécules n'étant pas précipitées tumultueusement, peuvent se grouper régulièrement; dans le second, le cyanure de fer passe successivement à l'état de protocyanure de fer et de fer métallique, quand une grande partie du cyanure d'or a été décomposée; il résulte de la réunion de ces divers précipités une surface dorée sale; mais pour faire paraître le mat, il suffit de laver la pièce avec de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique et de frotter légèrement avec un linge pour enlever les dépôts non adhérents.

» Dans les expériences précédentes il n'a point été question du temps, attendu que pour obtenir les mêmes effets dans différents appareils, il faut plus ou moins de temps, suivant la densité de la dissolution, l'épaisseur de la cloison, la manière dont a été pressée l'argile humide, et suivant la quantité de solution qu'elle renferme elle-même, etc.

» Je dirai seulement qu'avec les conditions les plus avantageuses, on aperçoit quelquefois le mat en moins de dix minutes; mais, en général, à la température ordinaire, il faut plusieurs heures pour obtenir une dorure très-épaisse. Mais on verra ci-après, qu'à l'aide d'une faible chaleur, on peut en moins d'un quart d'heure obtenir une très-bonne dorure. La différence entre le mode d'action d'une pile composée d'un certain nombre d'éléments et celui d'un appareil électro-chimique simple, conforme au modèle précédemment décrit, ne consiste donc que dans le temps, qu'il est possible, néanmoins, dans la plupart des cas, d'abréger à un point tel, que cette différence soit peu sensible. Les appareils simples dont on peut varier la forme à l'infini permettent de se passer des piles, toujours dispendieuses, en raison de la consommation du zinc et des dissolutions qui servent à les charger, de la destruction assez rapide des sacs en toile à voile, indispensables pour avoir des effets constants. Les appareils simples sont, pour ainsi

dire, de nulle valeur; ils peuvent être placés partout sans inconvénient. Leur manœuvre est des plus faciles; enfin, leur volume peut varier depuis celui d'un tuyau de plume jusqu'à celui d'un tonneau, suivant les besoins de l'industrie. Ils fonctionnent en outre parfaitement à la température ordinaire, et donnent alors avec un peu plus de temps une très-belle dorure.

» Après avoir envisagé la question sous le point de vue scientifique, je vais le faire sous le rapport industriel. A cet effet, je me suis entouré des documents qui pouvaient m'éclairer le plus, en m'adressant aux artistes les plus habiles de la capitale.

» Je commencerai par indiquer les dispositions qui m'ont paru les plus convenables pour dorer les objets d'une certaine étendue. On peut prendre d'abord une cloche en verre ayant à sa partie supérieure une large tubulure que l'on remplit de kaolin ou d'argile ordinaire, privé de calcaire, retenue par une coiffe de linge, ficelée autour de la paroi extérieure de la tubulure, et, pour que la ficelle tienne, il est nécessaire qu'il y ait une gorge à la tubulure. On passe la cloche dans une ouverture pratiquée dans une planche, jusqu'à ce que son bord inférieur affleure le bord de la planche; on l'assujettit au moyen de coins en bois, après quoi la cloche est renversée; on la remplit de la dissolution d'or et on la plonge par la tubulure dans un seau de faïence ou autre contenant une solution plus ou moins saturée de sel marin, avec la condition que les deux solutions soient à la même hauteur, afin d'éviter qu'une différence de pression ne tende à faire passer un liquide d'un vase dans un autre. On opère ensuite comme il a été dit ci-dessus. Quand l'épaisseur de la couche d'argile est de plusieurs centimètres, et qu'elle a été suffisamment tassée, on n'a pas à craindre d'endosmose, du moins d'une manière sensible, dans l'espace de plusieurs jours.

» Quand on veut faire concourir l'action de la chaleur avec celle des forces électro-chimiques, il faut chauffer le seau de faïence au bain-marie.

» On peut remplacer les cloches en verre par des cloches en faïence, munies de tasseaux également en faïence, et destinés à supporter la cloche et à la retenir sur la planche.

» Ces deux indications suffisent pour diriger les industriels dans la construction des appareils.

» Il faut bien se garder d'employer du zinc amalgamé, car, outre qu'en le manœuvrant il peut tomber du mercure dans la dissolution d'or, on a à craindre encore qu'il ne se forme de petites quantités de chlorure de mercure qui finissent par passer à travers l'argile, et de là dans la dissolution d'or, où elles sont réduites en même temps que l'or.

» On peut encore prendre pour diaphragmes des vases cylindriques en porcelaine dégourdie, mais il ne faut en faire usage qu'autant que les deux dissolutions ne diffèrent que par la présence de l'or dans l'une d'elles; car sans cela l'endosmose est toujours assez marquée. Les diaphragmes d'argile humide sont dans tous les cas préférables aux vases en porcelaine dégourdie; néanmoins on obtient les mêmes résultats en opérant de la manière suivante :

» On prend un sac en toile à voile que l'on remplit à moitié ou aux deux tiers d'argile en pâte demi liquide, et l'on introduit dedans un cylindre à minces parois en porcelaine dégourdie, de manière qu'il se trouve au milieu du sac et que l'argile vienne au niveau du diaphragme, dont le diamètre doit être assez grand pour que l'épaisseur de l'argile soit partout de 1 à 2 centimètres. Au moyen de cette disposition, on a tous les avantages d'un diaphragme cylindrique et d'argile, attendu que l'action est uniforme et qu'on n'a pas à craindre d'endosmose, du moins d'une manière assez sensible pour nuire aux résultats.

» J'ai dit précédemment que pour que la dorure fût uniforme, c'est-à-dire que la couche d'or déposée fût sensiblement la même sur toutes les parties de la pièce, il fallait ne pas la placer d'une manière quelconque par rapport au zinc. Supposons que l'on plonge dans une dissolution quelconque deux lames de platine en relation avec les deux pôles d'une pile, et que le courant exerce son action décomposante sur les parties constituantes de la dissolution, les parties acides se déposeront autour de la lame positive, mais en plus grande quantité sur la surface qui se trouve du côté de la lame négative que de l'autre; il en sera de même des éléments alcalins relativement aux deux surfaces de la lame négative. Ce n'est pas tout encore, le dépôt sera plus considérable dans la partie inférieure que dans la partie supérieure. On peut remédier à la vérité à cet inconvénient, en retournant d'abord les lames, puis les renversant. Mais cela ne suffira pas encore si cette manœuvre se fait à des intervalles un peu éloignés; car la pile fonctionnant sans interruption, la dissolution sur laquelle on opère est de moins en moins saturée, de sorte que, pendant le même temps, il ne se forme pas un dépôt de même épaisseur sur les lames; on n'atteindrait donc pas l'uniformité désirable.

» Ce court exposé doit faire sentir que pour dorer, même avec la pile, il ne faut pas se borner à prendre pour pôle négatif une lame de platine, et pour pôle positif la pièce d'essai, placée d'une manière quelconque par rapport à la lame de platine.

» Cela posé, voici les avantages des appareils simples, tels qu'ils ont été décrits.

» Lorsqu'on emploie un cylindre de porcelaine dégourdie destiné à recevoir la dissolution d'or et qu'on le plonge dans la solution d'eau salée, si on l'entoure d'un autre cylindre en zinc, plongeant dans la solution et mis en communication avec la pièce à dorer, il est bien évident que tous les points de la surface de la pièce seront également soumis à l'action du courant. Pour que le dépôt d'or soit parfaitement uniforme, on n'aura plus qu'à retourner le plus souvent possible la pièce : on sera assuré d'avoir alors une dorure aussi uniforme que possible.

» Dans l'appareil où le cylindre en terre cuite est remplacé par une cloche en verre munie d'une tubulure remplie d'argile, l'action décomposante du courant n'est pas à la vérité aussi uniforme; mais si l'on opère comme ci-dessus, avec un cylindre de zinc qui entoure symétriquement la tubulure, les courants rayonnent alors symétriquement de tous les points de la surface du zinc sur la pièce à dorer, de sorte qu'en la renversant très-fréquemment on doit obtenir une couche suffisamment uniforme.

» Passons à l'usage de ces appareils : j'ai soumis à leur action des pièces d'argent, des bijoux de même métal, et j'ai eu constamment de beaux effets de mat; après la mise en couleur, la teinte était rouge, jaune ou verdâtre, suivant que la couche d'or déposée était plus ou moins épaisse. La dorure commence d'autant plus rapidement que la surface de la pièce est bien polie et décapée avec une solution de potasse, puis lavée avec de l'acide nitrique étendu. Le mat agit plus lentement.

» Une température de 20 à 25° au plus, abrége singulièrement la durée de l'opération, parce que le zinc est plus fortement attaqué. Il m'est arrivé plusieurs fois d'obtenir une bonne dorure en moins de dix minutes; mais elle n'est jamais aussi belle, sous le rapport du mat que celle qui est faite à la température ordinaire; au surplus, c'est le propre des actions lentes de produire un groupement plus régulier des molécules. Sous ce rapport, la méthode que j'indique ne peut avoir que de grands avantages.

» La couche d'or supporte parfaitement le bruni et adhère tellement à l'argent qu'on n'en enlève aucune trace appréciable dans le poli au tour. Des cylindres d'argent recouverts d'une couche épaisse d'or, se tirent parfaitement à la filière et donnent des fils d'argent doré : preuve que l'or est très-adhérent.

» Il restait une question assez importante à examiner, c'est celle relative

à la dorure des objets et bijoux en filigrane, qui a résisté jusqu'ici à tous les moyens employés pour l'obtenir d'une manière satisfaisante. Je me suis adressé à M. Christofle, l'un des plus habiles fabricants de bijoux de Paris, et qui excelle dans le genre filigrane. Je tiens de son obligeance, pour laquelle je le prie de recevoir mes remercîments, un certain nombre de pièces telles que corbeille, fleurs, divers bijoux, lesquels ont été soumis à la dorure électro-chimique, en vertu d'actions lentes. Le résultat a été satisfaisant, comme peut le voir l'Académie en jetant les yeux sur les pièces que je lui présente. La dorure en est un peu rouge, mais cela tient uniquement à l'épaisseur de la couche d'or déposée, qui est assez forte, attendu que l'appareil a fonctionné pendant plus de douze heures. Des objets semblables mis en même temps en expérience et retirés à divers intervalles de temps, présentent les teintes verdâtre, jaune et rougeâtre Les bijoux en filigrane dorés par les anciens procédés sont tellement mal venus qu'ils ne supportent pas la comparaison avec les mêmes objets dorés au moyen des actions lentes.

» Les vases et objets divers en cuivre, en laiton et en bronze parfaitement décapés avec l'acide nitrique et la suie, comme il a été dit ci-dessus, se dorent quelquefois rapidement. J'ai obtenu de bonnes dorures en dix minutes, qui supportent parfaitement la mise en couleur et le bruni. Des cylindres de cuivre recouverts d'une couche d'or se tirent également bien à la filière. J'ai dû examiner ensuite s'il n'était pas possible de fabriquer des bijoux en cuivre après dorure par le procédé électro-chimique, au moyen de la méthode de *repoussé* de M. Mourey, avantageusement connu pour ce genre de travail. Je me suis adressé à cet effet à lui, et il a bien voulu mettre à ma disposition non-seulement les objets dont je pouvais avoir besoin, mais encore ses ateliers pour les confectionner. J'ai commencé d'abord par faire fabriquer deux bagues semblables, qui ont été dorées au moyen des actions lentes; l'une a été terminée au repoussé et l'autre est restée telle qu'elle était sortie de l'appareil. La première est très-bien venue et rivalise avec tout ce qu'on a fait de mieux dans ce genre. On peut voir dans la bague et autres objets du même genre que je présente à l'Académie, que les ornements sont fouillés dans toute leur profondeur comme si le burin les avait sillonnés, et cependant la couche d'or était tellement adhérente au cuivre que le travail ne l'en a pas détachée. Il est démontré par-là que la dorure électro-chimique peut être appliquée avec avantage à la fabrication des bijoux par la méthode de repoussé après dorure.

» Telles sont les différentes questions auxquelles j'ai été conduit à m'occuper en étudiant les propriétés électro-chimiques de l'or; j'y ai rattaché toutes celles qui avaient des rapports plus ou moins directs avec mon sujet. En effet, l'or a été pris dans les minerais les plus pauvres; on l'a suivi dans les diverses opérations effectuées pour concentrer ces derniers en indiquant les méthodes les plus simples pour les retirer; après quoi l'on a étudié ses propriétés électro-chimiques, à l'aide desquelles on a indiqué un principe qui permet, quand ce métal est en dissolution, de le retirer de cette dissolution dans un grand état de pureté; puis on a fait usage des mêmes principes pour dorer les métaux au moyen des actions électro-chimiques lentes.

» Comme je l'ai dit au commencement de mon Mémoire, j'ai l'intention de soumettre successivement tous les corps simples au même mode d'investigation; déjà, pour quelques-uns, entre autres l'argent, le cuivre et le plomb, le travail est à peu près terminé. Les résultats que j'ai obtenus mettront encore en évidence des principes nouveaux qui pourront contribuer, j'ose l'espérer, à l'avancement des sciences physico-chimiques, à l'étude desquelles j'ai voué ma vie entière. »

M. Chevreul dépose sur le bureau une Note de M. **P. Pimont**, de Rouen, sur *le moyen de tirer parti de la chaleur des bains qui ont servi à la teinture.*

RAPPORTS.

TÉLÉGRAPHIE. — *Rapport sur un télégraphe de jour et de nuit présenté à l'Académie par* M. **Vilallongue.**

(Commissaires, MM. Babinet, Gambey, Séguier, Mathieu rapporteur.)

« Le télégraphe, tel qu'il existe sur les lignes qui sillonnent la France, se compose de trois branches mobiles dans un même plan vertical. La branche principale, nommée *régulateur,* porte à chaque extrémité une petite branche appelée *indicateur.* Le régulateur, soutenu par son milieu, se meut comme le fléau d'une balance: il est horizontal, vertical ou incliné de 45°. Chaque indicateur tournant autour de son extrémité est perpendiculaire ou incliné de 45° sur le régulateur et prend six positions différentes par rapport à ce régulateur. C'est à l'aide de ces diverses positions

des indicateurs et du régulateur que l'on produit le grand nombre de signaux qui servent à la transmission des dépêches.

» Depuis quelque temps on a imaginé de fixer horizontalement le régulateur et de remplacer ses quatre positions par celles d'un indicateur supérieur nommé *mobile*, soutenu par son milieu et pouvant être horizontal, vertical ou incliné de 45°. Ce nouvel appareil, que le gouvernement a adopté et que l'on voit fonctionner sur une des tours de Saint-Sulpice, se compose :

» 1°. D'un *régulateur* horizontal et fixe ;

» 2°. De deux *indicateurs* unis au régulateur par une articulation ;

» 3°. D'un indicateur supérieur appelé *mobile*.

» M. Vilallongue s'est proposé de construire un télégraphe propre à produire la nuit comme le jour les mêmes signaux que ce nouveau télégraphe à régulateur horizontal.

Télégraphe de jour.

» Concevons dans la face plane d'une tour, deux ouvertures circulaires de 2 à 3 mètres de diamètre, ayant leurs centres à la même hauteur. Chaque ouverture est fermée par un disque en bois ou en tôle, tournant dans son plan, autour de son centre. Sur chaque disque, couvert d'une couche noire comme la tour, on peint en blanc un rayon d'environ 2 décimètres de largeur. Ces deux rayons, qui tournent avec les disques, forment les indicateurs du télégraphe de M. Vilallongue. Le régulateur est une barre horizontale fixe et peinte en blanc, qui réunit les centres des deux disques.

» Une troisième ouverture circulaire, pratiquée au-dessus des deux autres, est aussi fermée par un disque noir sur lequel un diamètre peint en blanc, représente le mobile ou indicateur supérieur.

» Si l'on fait tourner séparément ces trois disques, on obtient, par le mobile et les deux indicateurs, tous les signaux télégraphiques du nouveau modèle.

» L'axe ou essieu qui fait tourner le disque situé à l'une de ses extrémités donne aussi un mouvement de rotation à un disque égal placé à l'autre extrémité et fermant une ouverture pratiquée dans la face opposée de la tour.

» Le guetteur, en imitant sur une face de la tour, le signal de la station en sa présence, reproduit le même signal sur la face opposée et en vue de la station suivante. Au lieu d'un signal unique surmontant la tour, on a

donc deux signaux parfaitement identiques sur les deux faces opposées de la tour, et la transmission peut s'effectuer d'une station à l'autre, comme avec le télégraphe ordinaire.

» Dans ce système de télégraphe, tout le mécanisme est renfermé dans l'intérieur de la tour, à l'abri des intempéries et sous la main du guetteur, qui n'a pas à se déplacer pour réparer les avaries.

» Un de nous (1) a assisté à des épreuves faites à Perpignan par l'auteur, avec un appareil réduit au tiers des dimensions des télégraphes ordinaires et observé à 4000 mètres de distance avec une lunette grossissant environ trente fois. Ces épreuves ont parfaitement réussi; mais il importait de les renouveler à 8000 mètres, qui forment à peu près la distance moyenne des télégraphes. A cette distance, une barre blanche de 13 décimètres de longueur et de 2 décimètres de largeur, quoique plus petite qu'un indicateur ancien, se voyait nettement sur un fond noir avec une lunette grossissant quarante fois.

» L'administration des télégraphes choisit les stations, autant que possible, de manière que les bras des télégraphes se projettent dans le ciel sur lequel ils se dessinent en noir. Quand cette condition ne peut être remplie, on place souvent le télégraphe devant un mur noir sur lequel il se détache en blanc. Ce moyen, auquel on a recours parfois et exceptionnellement, est celui dont M. Vilallongue fait constamment usage.

Télégraphe de nuit.

» Supposons maintenant que les bandes blanches des trois disques noirs deviennent des évidements garnis de glaces et que les murs blancs intérieurs de la chambre, soient fortement éclairés. Au dehors l'illumination intérieure n'est vue que par ces évidements, les bandes blanches du jour sont remplacées par des bandes lumineuses à l'aide desquelles on produit les mêmes signaux par le mouvement des disques.

» Ce système a aussi été essayé à Perpignan par l'auteur, en présence de l'un de nous. A la distance de 4000 mètres, et avec un éclairage ordinaire, les bandes lumineuses se voyaient très-bien, les signaux se transmettaient avec la plus grande exactitude, et l'on pouvait en deux minutes passer du système de jour au système de nuit.

» Ces expériences ont été répétées à Paris en décembre dernier. On avait

(1) M. Mathieu.

ménagé à la croisée fermée d'une maison de Meudon une ouverture rectangulaire de 2 décimètres de largeur et de 13 décimètres de longueur, garnie d'une glace. A l'Observatoire, éloigné de Meudon d'environ 8 kilomètres, on regardait, avec une lunette qui grossissait quarante fois, la lumière intérieure à travers cette ouverture. Elle était tellement affaiblie que l'on ne voyait plus une bande brillante comme dans les expériences de Perpignan, faites à une distance seulement de 4 kilomètres.

» Il fallait donc avoir recours à un appareil assez puissant pour convenir également aux stations les plus éloignées. C'est alors que M. Vilallongue a reconnu la nécessité de remplacer la glace de son appareil par une portion de lentille à échelons.

» M. François Soleil avait en sa possession des fragments d'une lentille de phare qui réunis formèrent une bande comme celle qui serait comprise entre deux barres parallèles appliquées sur une lentille à égales distances du centre. Cette bande rectangulaire avait 2 décimètres de largeur et 11 à 12 décimètres de longueur. On l'a établie dans la croisée de Meudon, et chaque jour d'expérience on plaçait au foyer, à 93 centimètres, une lampe ordinaire brûlant à blanc. Après plusieurs essais faits dans des circonstances atmosphériques plus ou moins favorables et où la lumière était toujours visible à l'œil nu, la Commission a reconnu :

» 1°. Qu'avec une bande lenticulaire à échelons de 3 à 4 centimètres de largeur on voit parfaitement, dans une lunette grossissant quarante fois, une ligne brillante et que la direction de cette ligne est bien déterminée ;

» 2°. Qu'en cachant avec un écran la partie centrale de la bande lenticulaire et en conservant aux deux extrémités une longueur de 25 centimètres, on obtient deux points lumineux très-distincts.

» Les deux points lumineux donnent une direction facile à reconnaître, et qui ne sera pas altérée par le jeu des réfractions, comme pourrait l'être une bande lumineuse. Si l'on s'en contente, on aura l'avantage de supprimer la partie centrale des échelons lenticulaires, ce qui amènera une diminution de poids et une économie considérable dans la dépense.

» L'intensité de la lumière produite par des rayons qui partent d'un foyer lumineux, va en diminuant, en raison du carré de la distance, à mesure qu'on s'éloigne du foyer. Mais cette diminution n'a pas lieu pour des rayons partis du foyer d'une lentille, puisqu'ils en sortent parallèlement entre eux. On conçoit par cette remarque la grande supériorité de la lumière d'un appareil lenticulaire sur une lumière directe.

» Une lampe placée entre deux disques opposés, réunis par le même

axe horizontal et au foyer commun des bandes lenticulaires enchâssées dans ces disques, éclairera des deux côtés de la tour. Trois lampes porteront donc à chacune des deux stations voisines les images brillantes des indicateurs et du mobile. Quant au régulateur, dont on pourrait se passer à la rigueur, on placera une bande lenticulaire horizontale dans la paroi de la tour, entre les circonférences des deux disques indicateurs et dans la direction de leurs centres. Cette bande, éclairée de chaque côté par une quatrième lampe, donnera la direction horizontale du régulateur par sa partie centrale. Quatre lampes ordinaires, que l'on pourrait encore réduire, si l'on voulait, par des combinaisons de miroirs, suffiront donc pour le télégraphe de nuit de M. Vilallongue.

» Il importe d'ailleurs de remarquer que ces lampes sont, comme dans les phares, en repos et bien abritées dans une chambre fermée, sous les yeux et sous la main du guetteur, qui peut facilement les rallumer si elles s'éteignent. Il n'en est pas de même des lampes extérieures, que l'on a proposé de suspendre aux branches du télégraphe ordinaire. Elles sont toujours en mouvement, exposées à toutes les intempéries, et difficiles à voir par le guetteur, qui ne peut les atteindre commodément.

Conclusion.

» En résumé, le télégraphe de jour de M. Vilallongue peut s'établir partout et nous paraît, sous le rapport de la visibilité, dans les mêmes conditions que celui dont l'administration fait usage dans des localités particulières.

» Quant au télégraphe de nuit, M. Vilallongue est arrivé, par un heureux emploi des bandes de lentilles à échelons, à un système qui a tout à la fois l'avantage de faire disparaître les justes objections qui se sont élevées contre les appareils proposés jusqu'à présent, et de donner pour la télégraphie de nuit une excellente solution. Nous proposons à l'Académie de lui accorder son approbation. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ÉCONOMIE RURALE. — *Rapport sur une Lettre du* MINISTRE DE LA MARINE, *relative à l'éducation des vers à soie dans les colonies.*

(Commissaires, MM. de Silvestre, de Gasparin rapporteur.)

« Depuis que la France s'occupe des moyens d'abolir l'esclavage dans ses colonies, elle n'a pu perdre de vue les faits qui se produisaient dans les co-

lonies anglaises où cette abolition a déjà eu lieu, et le plus saillant de tous est sans contredit l'abandon ou du moins le ralentissement de la production du sucre, dont la culture pénible et assujettissante répugne aux nouveaux affranchis.

» Mais la culture de la canne ayant envahi presque tous les terrains de nos possessions tropicales par des causes que nous nous dispenserons d'énumérer, il était à craindre que le jour de l'affranchissement de la race noire ne fût celui de l'abandon complet de la culture et de la ruine des colons, si, trop confiant dans les mesures législatives qui tendront à assurer la continuation du travail, on ne cherchait pas en même temps les moyens de remplacer par une culture plus facile et cependant lucrative, une partie au moins de celle de la canne, et surtout sur les terrains de qualité inférieure, où toute augmentation de frais la rendrait impossible.

» Ces graves pensées préoccupent le gouvernement, et parmi ces nouvelles cultures qu'il voudrait introduire dans les colonies se trouve celle du mûrier. M. Perrottet, à qui l'industrie séricicole doit déjà la précieuse introduction du mûrier des Philippines, a été attaché au département de la Marine comme botaniste agriculteur, et chargé d'une mission ayant pour but principal d'examiner les moyens de propager aux Antilles l'industrie de la soie.

» Mais ce botaniste a trouvé dans nos îles de l'Amérique les mêmes difficultés qui, heureusement pour les producteurs européens, arrêtent les progrès de cette industrie au Bengale et dans tous les pays tropicaux. Si ces obstacles n'existaient pas, il ne faut pas douter qu'en peu d'années l'Italie et la France méridionale ne fussent privées d'une des principales sources de leur richesse, ayant à lutter contre des rivaux qui auraient la main-d'œuvre à bon marché, des terrains immenses à mettre en valeur et un climat où l'éducation peut aisément se renouveler plusieurs fois dans l'année.

» C'est au gouvernement à mesurer l'étendue de ce danger, à examiner s'il ne fait pas aux Antilles des tentatives et des études qui profiteront principalement à d'autres qu'à nos colons; le devoir de la science est tout autre, messieurs : le médecin guérit son ennemi blessé, sans s'informer s'il n'aura pas à le combattre plus tard. L'Académie consultée doit répondre ce qu'elle sait, et peut-être aujourd'hui avons-nous à nous applaudir comme Français de ne pas être en état, comme savants, de résoudre complétement tous les problèmes posés par le Ministre de la Marine.

» M. Perrottet fait d'abord cette question : Pourquoi les œufs provenant

des vers à soie apportés de France aux Antilles, et qui ont vécu déjà sept à huit ans, n'éclosent-ils malgré la température constante de 22 à 23 degrés centigrades dans laquelle ils vivent, qu'au bout de huit à neuf mois.

» Ces faits que déplore M. Perrottet ne sont pas particuliers aux Antilles. Dans tous les climats, les œufs de la bonne race des vers à soie n'éclosent, sauf quelques exceptions individuelles, que huit à neuf mois après la ponte. Si l'on observe ce qui se passe dans l'intérieur de l'œuf, on voit que le fœtus commence à apparaître cinq jours après la ponte, sous forme d'une membrane mince et diaphane, qui annonce déjà par son élargissement antérieur la forme de la tête de l'animal. Au milieu de l'hiver on distingue sa forme définitive, sa tête, ses pieds, les articulations de son corps. Mais à quelle époque cette forme a-t-elle achevé de se dessiner, c'est ce que l'on ne sait pas encore, les observations de M. Herold ne s'étant étendues qu'à une quinzaine de jours après la ponte et laissant ainsi une lacune de plusieurs mois pendant lesquels on n'a pas suivi les développements de l'organisation du fœtus (1). Toujours est-il bien certain que la chaleur seule ne supplée pas au temps et ne hâte pas les progrès de cette organisation, et que c'est en vain qu'on soumet les œufs à la température de l'incubation quelques mois seulement après la ponte. Ainsi il ne se passe rien aux Antilles qui n'arrive aussi dans nos climats, et l'on sait que les œufs apportés de la Chine traversent la ligne et éprouvent une continuité de chaleur fort grande et suffisante pour les faire éclore quand ils sont arrivés à terme, et qu'ils arrivent pourtant intacts en France.

» J'ai parlé de quelques exceptions, et, en effet, si l'on soumet à une température de 25 à 30 degrés des œufs de vers à soie pondus depuis peu de temps, on obtient quelques éclosions, et c'est en continuant à choisir les vers de ces éclosions précoces et en les propageant que l'on est parvenu à créer cette race des *Trivolinis*, ainsi nommés parce qu'ils n'ont que trois mues au lieu de quatre, mais qui font des cocons petits et faibles. Aux Antilles, d'après M. Perrottet, on a créé cette race à trois mues par les mêmes procédés, et elle y présente les mêmes inconvénients.

» Les œufs pondus aux Antilles et exposés pendant la durée de leur vie fétale à la température ambiante, qui est de 22 à 23 degrés, présentent un phénomène qui leur est particulier; ils éclosent successivement, de jour en jour, et cela pendant six à sept mois consécutifs.

---

(1) *Disquisitiones de animalium vertebris carentium in ovo formatione;* explication des planches VII.

» Ce fait vient étayer un soupçon que nous avons depuis longtemps de la nécessité d'une basse température pour faciliter l'organisation fétale des vers. Ce qui l'a fait naître en nous, c'est le mauvais succès, même en Europe, des œufs conservés pendant l'été dans des lieux trop chauds. Sous le tropique, où la température est uniforme, les œufs doivent éprouver cette contrariété qui résulte ici des appartements échauffés.

» Ce qui le confirmerait, c'est que selon M. Perrottet, si les œufs sont placés pendant quatre à cinq mois dans une glacière, ils éclosent alors tous ensemble, comme ils le feraient en Europe. Il paraît que c'est moyennant cette précaution que les colons sont parvenus à obtenir des éclosions régulières.

» L'auteur de la lettre nous demande encore quel est l'effet de la glacière sur les œufs? Est-il, comme le pensent quelques personnes à la Martinique, de fortifier ou de donner de l'énergie à la chenille qui doit en provenir?

» Nos doutes viennent de répondre à cette question autant qu'il est en nous. Aux Antilles, la glacière remplace l'hiver pour les œufs; elle leur procure cette basse température qui paraît nécessaire au développement régulier du fœtus. Pour nous, c'est encore autre chose; elle nous sert à mettre l'œuf à l'abri des chaleurs précoces et à retarder son éclosion jusqu'à l'époque que nous lui fixons. C'est ainsi que l'on a pu obtenir des éducations automnales.

» L'effet des bains alcalisés dont M. Perrottet désire savoir l'usage, et qui sont employés par les Chinois, servent à dissoudre la matière jaunâtre qui accompagne l'œuf à sa sortie de l'ovaire, se répand sur le linge où pondent ces animaux, et enduit l'œuf lui-même. Dans le midi, on lave les œufs avec du vin ou avec de l'eau pure; mais les éclosions parfaites, obtenues sans cette précaution et sur le linge lui-même où les œufs étaient restés attachés, nous prouvent qu'elle n'est pas indispensable, si ce n'est quand les œufs deviennent marchandise, car alors l'acheteur veut les voir propres et ne se soucie pas d'acheter au même prix une matière étrangère, inutile à leur succès.

» Mais nos colons des Antilles ne sont pas encore au bout de leurs peines: ces vers conservés dans la glacière, qui naissent forts et vigoureux, restent tels jusqu'à la troisième mue. Mais à partir de là, entrés dans leur quatrième mue, ils deviennent languissants pendant quarante-huit heures, et périssent pour la plupart à la montée. Nous ne pouvons voir ici que le phénomène qui accompagne un développement abondant de gaz, prove-

nant de la température des vers et des litières; car cette description s'applique très-bien à ce qui accompagne l'état atmosphérique désigné dans nos climats sous le nom de *touffe*. Nous pensons donc que des soins hygiéniques, le délitement fréquent et des feux clairs aux diverses ouvertures qui excitent le mouvement de l'air, la ventilation à bras entre les claies, et surtout le saupoudrement avec la poudre de chaux éteinte à l'air, qui dessèche les litières et prévient l'expansion des gaz délétères, combattront efficacement le mal, comme ils le font dans nos climats.

» Les vers à soie des Antilles étant élevés sous des hangars et non dans des magnaneries construites selon tous les procédés de l'art, il ne peut être question de leur appliquer l'effet de nos ventilateurs.

» La dernière question de M. Perrottet est toute théorique, et elle est énoncée de la manière suivante :

« Comment s'opère la fécondation de cette prodigieuse quantité d'œufs » (4 à 500), qu'une femelle de papillon bien constituée porte dans son » abdomen? Cette fécondation a-t-elle lieu dans l'intérieur du corps de » l'insecte ou bien à la sortie du corps par un organe particulier dans le- » quel le mâle, qui reste accouplé pendant vingt-quatre heures, aurait » injecté le fluide séminal et qui se répandrait sur chaque œuf au moment » où la femelle fait des efforts pour le pousser dehors? Ce qui ferait croire » qu'il en serait ainsi, c'est que les œufs que l'on sort artificiellement du » corps de la femelle qui a reçu pendant vingt-quatre heures l'impulsion » du mâle, ne changent point de couleur et restent ainsi inféconds; tandis » que tous ceux, au contraire, pondus naturellement, un à un, après le » même temps de copulation, changent de couleur au bout de vingt-quatre » heures et sont toujours féconds. Cette dernière manière de considérer » la fécondation expliquerait jusqu'à un certain point l'irrégularité de » leur éclosion, puisqu'il est évident que la fécondation de cette manière, » n'atteindrait pas au même degré tous les œufs indistinctement; il en » résulterait au contraire, ce semble, que ceux qui se présenteraient les » derniers vers l'organe fécondateur (glande vésiculaire qui contiendrait » le fluide séminal) le seraient moins bien que les premiers qui arriveraient » au moment où l'organe serait plein. »

» Ces doutes de M. Perrottet ont été transformés en certitude par la découverte de ce réservoir, observé déjà par Swammerdamm et autres, regardé par eux comme le réservoir de la matière agglutinante des œufs, et que M. Audouin a considéré comme un réservoir du sperme fourni par le mâle dans la copulation. Les œufs rangés en série le long des branches de

l'ovaire sont d'autant plus gros qu'ils sont plus rapprochés de l'issue, et il serait difficile que la fécondation eût lieu, si elle devait s'opérer immédiatement dans l'ovaire. Mais la vésicule dont nous avons parlé, à laquelle on a donné le nom de vésicule copulative, devient, après l'approche du mâle, une sorte de réservoir de semence, et il est probable que la fécondation n'a lieu dans l'oviducte que par l'intermédiaire de cette vésicule et pendant la ponte.

» Votre Commission pense donc, messieurs, que sans prétendre remédier à tous les inconvénients qu'entraînent pour l'éducation des vers à soie les climats du Tropique, inconvénients qui se retrouvent au Bengale et à Java comme aux Antilles, on peut conseiller:

» 1°. De faire chaque année, aux Antilles françaises, une nouvelle importation d'œufs de vers à soie venus d'Europe;

» 2°. De déposer les œufs arrivés d'Europe dans une glacière jusqu'au moment marqué par les convenances du climat pour l'éclosion;

» 3°. De régulariser l'incubation au moyen d'une étuve et de ne pas s'en remettre aux influences variables de l'atmosphère;

» 4°. De maintenir une grande propreté sous les vers, pendant l'éducation, par de fréquents délitements, de les saupoudrer de chaux éteinte, et de les ventiler activement.

» Ces moyens pourront combattre une partie des fâcheuses influences du climat. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la place vacante, dans la Section d'Economie rurale, par suite du décès de M. *Lullin de Châteauvieux*.

Le nombre des votants est de 47; majorité 24. Au premier tour de scrutin,

M. Girardin obtient............	44	suffrages.
M. Ridolfi....................	1	
M. Burgher....................	1	

Il y a un billet blanc.

M. Girardin, ayant obtenu la majorité des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la hauteur du météore du 9 juin 1841; par* M. **Petit**, directeur de l'Observatoire de Toulouse.

(Commissaires, MM. Bouvard, Mathieu, Liouville.)

« Il est fort difficile, pour un observateur isolé, d'apprécier exactement la véritable direction de la trajectoire que paraissent décrire les météores lumineux. La comparaison des vitesses angulaires apparentes vers les deux extrémités de cette trajectoire pourrait, il est vrai, donner quelques indications convenables, si le phénomène avait été prévu et si l'on avait eu le temps de se préparer à l'observation; mais comme ces circonstances favorables n'ont jamais lieu, et comme d'ailleurs la courte durée de l'apparition rendrait dans tous les cas les déterminations fort incertaines, on ne peut se faire une idée exacte des éléments qui doivent servir à déterminer la hauteur des météores lumineux au-dessus de la surface de la terre, que par l'ensemble et l'accord de plus de deux observations faites sur des méridiens et sur des parallèles assez distants des uns des autres.

» Sous ce rapport, l'observation faite à St-Rambert, par M. Sauvanau, sur le bolide du 9 juin dernier, est extrêmement précieuse; car, indépendamment de l'exactitude que cette observation paraît avoir, la différence considérable de longitude entre St-Rambert et les trois stations de Toulouse, de Bordeaux et d'Angers, permet de donner aux calculs de parallaxe une grande précision, et même de déterminer avec assez de certitude les erreurs dont les observations doivent se trouver entachées. On en jugera par la comparaison des résultats obtenus en combinant les observations deux à deux, et par la faiblesse des modifications qu'il faut apporter à chacune d'elles, pour faire concorder tous ces résultats. Mais aussi, en donnant une grande exactitude, les calculs deviennent, dans ce cas, fort longs, fort délicats et souvent très-difficiles. Les questions de physique céleste auxquelles ils se rattachent sont cependant assez importantes pour justifier l'emploi du temps que j'ai consacré à ces calculs.

» La direction de la trajectoire exerce une très-grande influence sur les résultats obtenus pour la hauteur et par suite pour la vitesse, car de cette direction dépendent les longueurs des bases employées. C'est ainsi qu'en admettant la direction E.-O., j'avais trouvé $197556^{m},0$ pour la distance de la trajectoire à la terre, d'après les observations d'Angers et de Toulouse,

tandis qu'en partant de la direction S. E.-N.O., indiquée par M. Sauvanau, j'avais vu que cette même distance pourrait se réduire à 94137^{m},0; néanmoins j'avais remarqué en même temps que les observations de *Bordeaux* et de *Toulouse* étaient incompatibles avec l'hypothèse de cette direction S.E.-N.O., et depuis mon retour ici, je me suis livré à un travail qui m'a permis de satisfaire à l'ensemble des observations.

» J'avais d'abord cherché à établir, dans ce but, les équations de condition qui devaient me donner la véritable direction de la trajectoire. Ces équations étaient au nombre de six; mais l'inconnue à déterminer se trouvant engagée sous des lignes trigonométriques et des arcs de cercle, j'ai préféré recourir à une méthode d'approximations successives qui, bien qu'elle fût moins directe, me permettait d'apprécier à chaque pas le degré d'exactitude des résultats que j'obtenais.

» Pour cela, en regardant comme rigoureusement exactes les observations de Toulouse et de St-Rambert, j'ai calculé la position des plans passant par chacune de ces deux stations et par la trajectoire apparente, et j'ai trouvé que les traces *ouest* de ces plans sur les horizons de Toulouse et de St-Rambert, faisaient avec les parties *nord* des deux méridiens des angles de (64°19'32",0), (75°27'21",55). Il a été facile d'en conclure que la trajectoire n'était pas parallèle à l'horizon de St-Rambert et qu'elle se rapprochait du parallélisme avec l'horizon de Toulouse.

» En ramenant dès lors l'observation de St-Rambert sur l'horizon de Toulouse, j'ai obtenu (69°24') pour la direction de la trajectoire par rapport au méridien. Quoique ce nouveau résultat indiquât encore que la courbe décrite n'était pas rigoureusement parallèle à l'horizon de Toulouse, j'ai cependant calculé sa hauteur en adoptant les données suivantes :

Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon de Toulouse, de la trajectoire vue de Toulouse du côté du nord...	37°14'33",0	= H calculée.
Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon de Toulouse, de la trajectoire vue de St-Rambert du côté du midi..	37.49.00 ,0	= H' calculée.
Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon d'Angers, de la trajectoire vue d'Angers du côté du midi..........	46.30.00 ,0	= H'' observée.
Hauteur angulaire, au-dessus de l'horizon de Bordeaux, de la trajectoire vue de Bordeaux du côté du nord...	44.30.00 ,0	= H''' observée.
Direction de la trajectoire par rapport au méridien.....	69.30.00 ,0	= D calculée.

» Voici les résultats trouvés en tenant compte dans les calculs de la courbure de la Terre.

	Distances à la terre (A).	Bases employées (B).	Distances anomales de la trajectoire à la terre (A').
(1) Par les obs. d'Angers et de Bordeaux..	144248m,15	274615m,6	
(2) Angers et Toulouse.....	160452 ,00	348754 ,0	
(3) Angers et St-Rambert...		899 ,7	2097m,9
(4) Toulouse et St-Rambert.	135001 ,00	358591 ,0	
(5) Toulouse et Bordeaux..		73127 ,0	273685 ,9
(6) Bordeaux et St-Rambert.	117701 ,90	280982 ,0	
Moyenne des quatre combinaisons (1), (2), (4), (6)........................	139350m,85		

» Les résultats erronés que présentent les combinaisons *Angers et St-Rambert, Toulouse et Bordeaux,* sont dus en partie à la petitesse des bases et en grande partie à la position de la trajectoire située au S.O. des deux premières stations, au N.E. des deux autres. Il résulte de ces circonstances que la plus légère erreur sur les hauteurs angulaires observées altère considérablement les résultats; mais en même temps ces anomalies ont l'avantage de montrer avec beaucoup de netteté quelles ont dû être les erreurs des observations.

» Les calculs précédents m'avaient indiqué très-clairement que la trajectoire n'était pas entièrement parallèle à l'horizon de Toulouse; j'ai donc été naturellement conduit, après ce premier essai, à ramener les observations de Toulouse et de St-Rambert sur l'horizon d'Angers, et les angles (66°1'2",12), (66°7'59",63), que j'ai obtenus pour la direction de la trajectoire vue de ces deux stations par rapport au méridien, m'ont prouvé qu'en effet, conformément à l'observation de M. Morren, cette trajectoire était très-sensiblement parallèle au nouvel horizon auquel je la rapportais. J'ai donc eu à employer, dans cette seconde hypothèse, les données suivantes, dont les trois premières sont rapportées à l'horizon d'Angers :

H = 43° 7'47",53 calculée.
H' = 36. 5.33 ,38 calculée.
H" = 46.30.00 ,00 observée.
H"' = 44.30.00 ,00 observée.
D = 66. 4.00 ,00

et j'en ai déduit

	Valeurs de (A) ou des distances à la terre.	Valeurs de (B) ou des bases employées.	Valeurs de (A') ou des distances anomales de la trajectoire à la terre.
Par la combinaison (1)......	140544m,50	676592m,96	
(2)......	160945 ,25	330378 ,46	
(3)......		29843 ,80	71398m,64
(4)......	147456 ,00	370522 ,60	
(5)......		61069 ,10	419756 ,60
(6)......	131434 ,55	304199 ,30	
Moyenne...............	145095 ,16		

peu différente de la valeur trouvée plus haut.

» Les combinaisons *Toulouse et Bordeaux, Angers et St-Rambert* présentent encore des anomalies comme dans le cas précédent; mais si, au lieu de (66°4') on adopte (64°0') pour la valeur de D, et (41°30') au lieu de (43°7'47") pour celle de H, on obtient

	Valeurs de (A).	Valeurs de (B).	Valeurs de (A').
(1).........	138142,95	263229,10	
(2).........	150401,00	318741,32	
(3).........		47221,50	111403,76
(4).........	148240,25	377066,10	
(5).........		53702,38	254016,60
(6).........	136494,40	317685,87	
Moyenne....	143419,65		

les valeurs données par les combinaisons (3), (5), se sont rapprochées.

» Une quatrième approximation avec D = 62°30'

H = 41°00'
H' = 35.30
H" = 46.30
H‴ = 44.30

donne

	Valeurs de (A).	Valeurs de (B).	Valeurs de (A').
(1).........	136284,90	259798,35	
(2).........	144928,20	310034,38	
(3).........		59797,10	132774,85
(4).........	148898,55	381508,40	
(5).........		48311,30	209423,35
(6).........	138717,90	327216,60	
Moyenne....	142207,39		

» En partant de $D = 62°30'$, $H = 40°30'$, $H' = 35°30'$, $H'' = 46°00'$, $H''' = 45°00'$, on trouve pour cinquième approximation

	Valeurs de (A).	Valeurs de (B).	Valeurs de (A').
(1).........	136318,70	259798,35	
(2).........	143680,50	310034,38	
(3).........		59797,10	138435,75
(4).........	148432,05	381508,40	
(5).........		48311,30	176522,80
(6).........	139142,35	327216,60	
Moyenne....	141893,40		

» Une sixième approximation avec $D = 62°30'$, $H = 40°00'$, $H' = 35°30'$, $H'' = 46°00'$, $H''' = 45°30'$, fournit les résultats suivants :

	Valeurs de (A).	Valeurs de (A').	
(1).........	137604,65		Les valeurs de (B) restent les mêmes que dans le cas précédent.
(2).........	140818,55		
(3).........		138435,75	
(4).........	144674,25		
(5).........		154823,00	
(6).........	140842,50		
Moyenne....	140984,99		

et en tenant compte des six combinaisons : moyenne = 142866,45.

» Enfin, par une septième approximation avec $D = 62°30'$, $H = 39°45'$, $H' = 35°45'$, $H'' = 46°00'$, $H''' = 45°45'$, on trouve :

	Valeurs de (A).	Valeurs de (A').	
(1).........	138216,90		Les valeurs de (B) restent encore les mêmes.
(2).........	140082,40		
(3).........	142055,60	142055,60	
(4).........	144733,70		
(5).........	145514,05	145514,05	
(6).........	142129,45		
Moyenne....	142122,02		

c'est la valeur que l'on doit adopter pour la distance de la trajectoire à la terre, et qui du reste, il est bon de le remarquer, diffère très-peu des valeurs trouvées dans chacune des approximations précédentes par les combinaisons (1), (2), (4), (6). Quant aux erreurs des observations, elles sont indiquées par le tableau suivant.

Valeurs primitives.	Valeurs corrigées.
H = 43° 7′47″,53	H = 39°45′
H′ = 36. 5.33 ,38	H′ = 35.45
H″ = 46.30.00 ,00	H″ = 46.00
H‴ = 44.30.00 ,00	H‴ = 45.45
D = 66. 4.00 ,00	D = 62.30

» Ainsi, il est prouvé que le météore du 9 juin 1841 a brillé d'un éclat très-vif, hors des limites de notre atmosphère.

» D'après M. Sauvanau, ce météore aurait parcouru, en 5″ de temps, un arc de 77° 30′ qui correspondrait à 387552m,4, et par conséquent à une vitesse relative autour de la terre de 77510m,5.

» Mon estimation à Toulouse donnerait au moins 402904m,7 pour le chemin apparent parcouru en 15″; d'où j'ai déduit, en tenant compte du mouvement de rotation de la Terre, oblique par rapport à la trajectoire, le nombre 359045m,4 en 15″; nombre peu différent de celui que M. Sauvanau trouverait correspondre à cinq secondes.

» Or, en admettant une erreur égale de 5″ en moins et en plus dans les deux observations, erreur que l'égalité presque complète des chemins parcourus dans les deux cas rend assez probable, on trouve 377229m,885 pour la vitesse en une seconde autour de la Terre.

» On en déduit pour la vitesse absolue dans l'espace le nombre 40902m,32, un peu plus grand que celui qui exprime la vitesse de la Terre dans son orbite; on obtient également 35° 41′ 11″,80 pour l'angle compris entre la direction de cette vitesse et le rayon vecteur du météore au soleil; on trouve enfin 55° 18′ 12″ entre la courbe que décrivait le météore et celle que parcourait la Terre.

» En partant de ces données, il est facile de voir que l'action seule du soleil devait faire décrire au météore une ellipse dont voici les éléments déterminés au moment de l'observation par le rayon vecteur, la vitesse et la direction du mobile :

Longitude héliocentrique du nœud ascendant	79°00′
Longitude héliocentrique du périhélie dans l'orbite à partir du nœud ascendant	295°17′40″
Longitude héliocentrique du périhélie sur l'écliptique à partir de l'équinoxe	14.30. 5
Distance périhélie, celle de la terre au soleil étant l'unité	0,3078192
Excentricité	0,9416270
Demi-grand-axe	5,2733150
Durée de la révolution	4422j,988
Inclinaison de l'orbite	7°48′53″
Mouvement héliocentrique	direct.

» Mais comme l'attraction de la terre sur le météore, lorsqu'il fut observé à Toulouse, était 1551 fois plus forte que celle du soleil, si l'on fait abstraction de l'influence perturbatrice du soleil et de la lune situés, le 9 juin, dans le voisinage l'un de l'autre, et dont le météore tendait à se rapprocher, on trouve qu'en vertu de la vitesse acquise, ce météore devait décrire une hyperbole dont la Terre occupe le foyer, et dont le plan est élevé sur l'équateur d'un angle de 52°4'6". Cette hyperbole perce l'équateur à 254°41'48" d'ascension droite pour le nœud ascendant; l'ascension droite du périgée = 199°43'29"; la distance périgée = 6508322^{m}; enfin l'excentricité = 18,34414, et le mouvement géocentrique est rétrograde.

Par rapport à l'écliptique on aurait :

Inclinaison	39°36'50"
Longitude géocentrique du périgée	173.25.00
Longitude géocentrique du nœud ascendant.	274. 2.35
Mouvement géocentrique	rétrograde.

CHIRURGIE. — *Observation d'un cas de rétrécissement de l'œsophage, guéri par le cathétérisme; par* M. **Gendron**.

« La Note que je présente aujourd'hui, dit M. Gendron, fait suite à un Mémoire que j'avais adressé à l'Académie en 1837. Ce troisième fait de guérison d'une maladie le plus ordinairement mortelle me paraît devoir atttirer l'attention des praticiens sur l'efficacité du cathétérisme gradué et intermittent tel que je l'ai employé. Je demande, en conséquence, que l'ensemble de mes recherches sur ce sujet soit admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Notice sur les perfectionnements apportés à la forme des cheminées de lampes pour l'éclairage au gaz et à l'huile; par* M. **Buissonneau**.

(Commissaires, MM. Gambey, Regnault, Babinet.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Notice additionnelle à un précédent Mémoire sur une écluse à siphon alternatif; par* M. **Girard**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

ORNITHOLOGIE. — *Mémoire sur une nouvelle classification des oiseaux; par* M. J. T. Cornay.

(Commissaires, MM. Duméril, de Blainville, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.)

ZOOLOGIE. — *Histoire naturelle des animaux sédentaires ou de passage qui se trouvent à l'état sauvage sur le sol de la France. — Ire partie, Mammalogie; par* M. Braguier.

Dans la Lettre jointe à ce manuscrit, l'auteur annonce que, se proposant de publier un ouvrage élémentaire sur la Zoologie de la France, il s'est adjoint pour collaborateurs plusieurs naturalistes dont il fait connaître les noms : ce sont MM. Lesson, Guérin-Menneville, Chevrolat, Rousseau et V. Meunier.

(Commissaires, MM. Duméril, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.)

ERPÉTOLOGIE. — *Troisième Mémoire sur l'incubation et autres phénomènes observés chez les ophidiens; par* M. Lamarre-Picquot.

Dans ce Mémoire, l'auteur revient sur les faits qu'il avait exposés dans ses précédentes communications, et confirme ce qu'il avait dit, relativement à l'incubation de certains grands ophidiens, par l'observation faite, il y a peu de temps en Transilvanie, d'un cas pareil à celui qu'il avait rapporté.

A l'occasion de cette présentation, M. Duméril, qui avait rédigé le rapport sur le premier Mémoire de M. *Lamarre-Picquot*, annonce qu'il se propose de communiquer dans une prochaine séance de l'Académie un travail dans lequel seront discutées les observations reproduites aujourd'hui et celles de M. Valenciennes.

(Le Mémoire de M. Lamarre-Picquot est renvoyé à l'examen de la Commission qui doit faire le rapport sur celui de M. Valenciennes.)

MATHÉMATIQUES. — *Divers problèmes de Géométrie; par* M. Gedoin.

(Renvoi à l'examen de MM. Puissant et Sturm qui jugeront si ce Mémoire est de nature à devenir l'objet d'un rapport.)

L'Académie reçoit un Mémoire adressé pour le prix proposé concernant le *calcul des variations*.

(Renvoi à la future Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** consulte l'Académie relativement à une proposition tendant à compléter notre système de mesures par l'établissement d'une unité pour l'expression de la force des machines.

« La Société industrielle de Mulhouse, dit M. le Ministre, m'a adressé une proposition faite par M. Penot, l'un de ses membres, pour fixer la détermination d'une *unité dynamique légale*. Cette proposition a été soumise à l'examen du Comité consultatif des Arts et Manufactures, qui, dans sa séance du 27 novembre 1841, a émis un avis dont la copie est ci-joint.

» En vous priant, M. le Président, de mettre sous les yeux de l'Académie des Sciences les pièces qui accompagnent ma dépêche, je désire que vous me fassiez connaître si la proposition dont il s'agit, qui tend à apporter des modifications aux dispositions faites tant par les lois constitutives du système métrique que par la loi du 4 juillet 1837, vous paraît de nature à être prise en considération et à recevoir la suite que les pétitionnaires réclament. Je vous prie également de vouloir bien prendre le soin de m'informer des dispositions que vous jugerez convenable de provoquer à cet égard. »

MM. Biot, Arago, Mathieu, Poncelet, Coriolis prendront connaissance des pièces adressées par M. le Ministre et soumettront à l'Académie un projet de réponse.

M. **d'Hombres-Firmas** adresse d'Alais une Notice ayant pour titre : *Souvenirs du Vésuve.*

physique. — *Extrait du Mémoire de* M. **Magnus**, *sur la dilatation des gaz, lu à l'Académie de Berlin,* le 25 novembre 1841.

« Depuis qu'on sait que l'air se dilate par la chaleur, ou depuis Drebbel qui, il y a deux cents ans, faisait usage de cette dilatation pour observer des différences de température, on s'est occupé de la mesurer. Pendant tout le siècle passé, les physiciens ont obtenu des résultats tout-à-fait opposés; mais, au commencement de ce siècle, M. Gay-Lussac a trouvé que l'air sec se dilate entre 0° et 100°, de 0,375 de son volume à 0°, et il a démontré en même temps que tous les gaz et toutes les vapeurs se dilatent

de la même quantité. Un résultat semblable, indépendant de celui de M. Gay-Lussac, a été obtenu par M. Dalton, à Manchester. Il existe à peine en physique un autre nombre que l'on ait considéré comme aussi bien déterminé que celui-ci, car M. Gay-Lussac, si justement célèbre par l'exactitude de ses travaux, avait entrepris, sur le même sujet, deux séries de recherches qui l'avaient conduit au même résultat, et MM. Dulong et Petit, physiciens dont les beaux travaux méritent une égale confiance, avaient répété, comme ils l'ont dit eux-mêmes, les expériences de M. Gay-Lussac, et après avoir trouvé le même résultat, ils l'ont pris pour point de comparaison dans leur travail classique sur la chaleur. Personne ne doutait que ce travail ne fût juste, lorsque, il y a quelques années, M. Rudberg, à Upsala, publia un travail sur la dilatation de l'air atmosphérique qui ne confirma point le nombre de M. Gay-Lussac, car ses observations donnaient 0,3646.

» Mais M. Rudberg ne s'est occupé que de la dilatation de l'air atmosphérique, et il n'a point examiné les autres gaz. Malheureusement la mort l'a empêché de compléter cette partie de ses recherches, et comme personne, depuis lui, ne s'est occupé de ce sujet, on ne sait lequel des deux nombres précédents est exact, et l'on ignore, en conséquence, si l'une des lois les plus générales de la physique, la dilatation uniforme de tous les gaz, est vraie ou fausse.

» M. Magnus a entrepris de nouvelles recherches sur ce sujet, parce qu'il croyait possible que les deux nombres, celui de M. Gay-Lussac et celui de M. Rudberg, pussent être justes. Car M. Gay-Lussac a observé la dilatation de l'air à pression constante, tandis que M. Rudberg l'a observé à volume constant et à pression variable. M. Magnus a employé la méthode de M. Gay-Lussac, espérant qu'elle fournirait le moyen de découvrir la véritable cause de la différence entre les deux résultats. Il est clair que M. Gay-Lussac ne croyait pas sa première méthode assez exacte, car sans cela, il n'aurait pas imaginé la seconde. C'est celle-ci que l'auteur a employée, presque tout-à-fait comme elle est décrite dans le *Traité de Physique* de M. Biot, t. I, p. 182. La seule différence consistait en ce que M. Gay-Lussac avait calibré ses tubes de manière qu'il pouvait observer directement les volumes de l'air à 0° et à 100°. M. Magnus, au contraire, a marqué avec un diamant, l'endroit où le mercure se tenait à ces températures, et quand l'expérience était finie, il pesait les tubes vides, les remplissait alors de mercure jusqu'à la marque du diamant pour le volume de l'air à 0°, les pesait de nouveau, et les remplissait de mercure jusqu'à la marque pour le

volume à 100°, et les pesait de même. Pour être sûr que le mercure avait la même température, quand il remplissait les deux volumes, on plaçait les tubes dans un grand bain d'eau qu'on maintenait à une température constante. Comme il s'agissait de savoir jusqu'à quel point cette méthode était exacte, on plaçait toujours deux tubes à la fois, l'un à côté de l'autre, aux deux températures de la glace fondante et de la vapeur d'eau bouillante. Mais deux expériences tellement égales ne donnaient presque jamais le même résultat.

» M. Magnus s'est donné toutes les peines possibles pour éviter toutes les causes d'erreur, et il a changé les dispositions de la caisse en tôle dans laquelle il exposait les tubes à la vapeur d'eau. Il a aussi éloigné, autant que possible, les causes locales des abaissements de température qui auraient pu avoir lieu, par la manière de chauffer, ou par d'autres circonstances; enfin, il a varié le calibre des tubes qu'il a employés. Mais, malgré tout cela, il lui a été impossible d'obtenir des résultats concordants.

» La cause de l'incertitude de cette méthode dépend, à ce qu'il paraît, de ce qu'une goutte de mercure ne ferme pas complétement un tube, ce métal ne pouvant pas entrer dans les petites raies qui se trouvent sur les parois intérieures des tubes, et qui sont souvent si fines qu'il est impossible de les voir. Car si l'on plaçait les boules dans de la glace fondante, et plus tard dans les vapeurs de l'eau bouillante, et si on les refroidissait de nouveau jusqu'à la température de la glace fondante, l'air n'occupait presque jamais exactement le même volume qu'au commencement. Tantôt ce volume était plus petit, tantôt plus grand, suivant que l'air s'était échappé le long de la goutte de mercure, en refroidissant ou en échauffant la boule.

» Les nombres suivants sont les résultats que l'auteur a obtenus par cette méthode, calculés pour la pression de 28 pouces P. à 0°: les nombres qui sont joints ensemble sont les résultats de deux expériences simultanées. S'il était permis de prendre la moyenne de ces nombres si peu correspondants, cette moyenne serait déjà bien plus petite que 0,375.

{ 1 0,37386	{ 5 0,36607	{ 9 0,36972	{ 13 0,36888
{ 2 0,38269	{ 6 0,36731	{ 10 0,37140	{ 14 0,36926
{ 3 0,36912	{ 7 0,36431	{ 11 0,37062	{ 15 0,36663
{ 4 0,37654	{ 8 0,35985	{ 12 0,36903	{ 16 0,36709
{ 17 0,36569	21 0,36774	{ 25 0,38769	{ 29 0,37302
{ 18 0,36229	22	{ 26 0,36034	{ 30 0,37211
{ 19 0,36673	{ 23 0,37254	{ 27 0,37885	{ 31 0,36815
{ 20 0,35500	{ 24 0,36351	{ 23 0,36712	{ 32 0,37514

» Comme cette méthode ne présentait pas assez de certitude, M. Magnus s'arrêta à celle de M. Rudberg, la regardant comme préférable à toutes celles employées jusqu'à ce jour. Il ne changea rien à cette méthode, et l'employa telle qu'elle est décrite dans les *Annales de M. Poggendorff*, tome XLIV, page 119, pour déterminer la dilatation de l'air atmosphérique, de l'hydrogène, de l'acide carbonique et de l'acide sulfureux. Pour calculer les résultats, il était nécessaire de connaître la dilatation du verre employé: l'auteur l'a déterminée de la même manière que MM. Dulong, Petit et Rudberg, c'est-à-dire par un thermomètre à déversement; il l'a trouvée = 0,002547 (moyenne de dix-huit expériences). MM. Dulong et Petit avaient trouvé 0,0025839, et M. Rudberg 0,002286. M. Rudberg pensait que la différence entre les résultats de MM. Dulong et Petit et les siens tenait à ce que les verres français étaient à base de soude, tandis que le verre suédois était un verre à base de potasse. L'analyse du verre employé dans ces recherches a donné:

» Acide silicique 67,305 pour cent; alumine 1,258; chaux 11,892; potasse 12,404; soude 7,141. Ce verre contenait donc moitié potasse et moitié soude.

» Pour calculer la température des vapeurs d'eau par l'observation du baromètre, M. Magnus a employé les corrections données par M. Egen dans les *Annales de Poggendorff*, tome XXVII, page 9, qui s'accordent avec la formule pour la tension des vapeurs d'eau de MM. Arago et Dulong. Il a pris la température des vapeurs sous une pression de 28 pouces P. pour 100°.

» Il est bon de remarquer que pour les huit expériences faites sur l'air atmosphérique, on a employé quatre tubes différents, et opéré quatre fois aussi sur des quantités différentes d'air. Pour les quatre expériences avec l'acide carbonique, on a employé trois tubes différents: l'acide était toujours retiré du bicarbonate de soude par l'acide sulfurique; et pour être sûr qu'il ne contenait pas de vapeurs sulfuriques, on le faisait passer à travers une dissolution de bicarbonate de soude. Pour le dessécher, on le faisait passer à travers un tube de trois pieds de longueur rempli de chlorure de calcium, ou bien on le laissait pendant quarante-huit heures en contact avec une quantité considérable du même sel. Pour les trois expériences avec l'acide sulfureux, on a employé trois tubes différents. Le gaz était toujours produit par de l'acide sulfurique et du mercure: afin de lui enlever l'acide sulfurique qu'il avait pû entraîner, on le faisait arriver dans une solution de sulfate de potasse et delà dans un tube de quatre pieds rempli de chlorure

de calcium. Dans une seconde expérience, le gaz fut conduit, non plus à travers une solution de sulfate de potasse, mais d'abord à travers un tube étroit de six pieds de long, maintenu à une basse température, et ensuite à travers le tube contenant le chlorure de calcium. Enfin la troisième quantité a été pendant quarante-huit heures en contact avec du chlorure de calcium. Voilà les résultats qu'on a obtenus:

	L'air atmosphérique.		Hydrogène.	Acide carbonique.	Acide sulfureux.
	0,367241	0,367899	0,365530	0,368319	0,389761
	0,365032	0,365984	0,365701	0,369078	0,383884
	0,366033	0,366596	0,365829	0,368404	0,383209
	0,366164	0,367154	0,365577	0,370547	
Moyenne	0,366508		0,365659	0,369087	0,385618

» Les différentes manières de dessécher les gaz sont, comme on le voit, sans influence sur les résultats. Mais la dilatation de l'acide carbonique est sans doute un peu plus grande que celle de l'air atmosphérique, et celle de l'acide sulfureux est encore plus grande que celle de l'acide carbonique. Celle de l'hydrogène paraît, au contraire, être un peu plus petite que celle de l'air atmosphérique. Les différences ne sont pas bien considérables, mais elles se montrent dans chaque expérience.

» On voit donc que la loi de la dilatation égale des gaz n'est pas rigoureusement juste. L'auteur est de l'opinion que les petites différences qu'on observe à cet égard proviennent de ce que les gaz compressibles ne suivent pas la loi de Mariotte; car les écarts de cette loi se montrent non-seulement tout près de leur point de condensation, mais aussi à une pression qui est de quelques atmosphères plus basse, comme MM. Œrsted et Despretz l'ont démontré, et comme l'auteur lui-même l'a trouvé en répétant leurs expériences. Cependant il est possible que les différents gaz se dilatent différemment, et la différence entre la dilatation de l'hydrogène et de l'air atmosphérique paraît confirmer cette opinion. La détermination de la dilatation des vapeurs pourrait éclairer ce point, et l'auteur s'est proposé de faire des recherches sur cette question.

» Tous les coefficients des différents gaz ne sont au reste que très-peu éloignés du nombre 0,366 que l'auteur a trouvé pour l'air atmosphérique, d'où l'on voit que le coefficient 0,375 n'est pas juste.

» M. Rudberg a trouvé la dilatation de l'air atmosphérique dans son premier travail = 0,3647, et dans le second = 0,36457; moyenne des deux

coefficients = 0,36463. M. Magnus, au contraire, a trouvé 0,3665, et le nombre le plus petit qu'il ait obtenu est encore 0,3650. La différence entre les deux résultats devient encore plus grande si l'on réfléchit que le nombre de M. Rudberg est la dilatation de 0° jusqu'à la température de l'eau bouillante, sous une pression de 760 millimètres, tandis que celui de M. Magnus donne la dilatation jusqu'à la température de l'eau bouillante, sous une pression de 28 pouces P. Mais ces deux températures sont différentes, et si l'on calcule le coefficient de M. Magnus pour la pression de 760 millimètres, il devient = 0,366782.

» La différence entre ce résultat et celui de M. Rudberg, quoique très-petite, se répète dans chaque expérience. L'auteur n'en a pas pu trouver jusqu'à présent la cause, mais il espère qu'il réussira à la saisir en continuant son travail. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Lettre de* M. **Mallet** *sur son procédé pour la purification du gaz d'éclairage. — Nouvel avantage résultant de l'emploi de ce procédé.*

« Dans la séance du 16 août dernier, M. Dumas a fait à l'Académie un rapport sur les résultats obtenus dans l'usine au gaz de Saint-Quentin par l'emploi d'un nouveau procédé d'épuration dont je suis l'inventeur.

» J'ai, depuis le rapport du célèbre chimiste, observé un résultat nouveau du procédé en question. Non-seulement le gaz est totalement privé de son ammoniaque et de son acide sulfhydrique, mais aussi d'une portion très-notable de naphtaline et de produits empyreumatiques. Voici comment j'explique ce fait : la naphtaline et autres corps pyrogénés produits par la distillation de la houille (corps qui ne sont peut-être pas encore bien définis et parmi lesquels je pense qu'il existe de la créosote), sont plus ou moins volatils, mais leur volatilité est augmentée par la présence de carbonate, sulfhydrate et autres combinaisons très-volatiles d'ammoniaque qui existent avec eux dans le gaz. Il y a une véritable combinaison entre ces corps pyrogénés et une partie de la base des sels ammoniacaux dont les acides peu énergiques sont loin de neutraliser complétement l'ammoniaque, base puissante.

» Par le passage du gaz à travers le chlorure de manganèse, les combinaisons ammoniacales sont dénaturées, l'ammoniaque se trouve fixée et la naphtaline, mise en liberté, est entraînée avec le précipité ou surnage la liqueur. Je joins à cette note un peu de précipité formé dans les

lavures, précipité composé en majeure partie de carbonate et de sulfate de manganèse, et dans lequel se trouvent englobés les corps pyrogénés dont l'odeur, si pénétrante et si désagréable, se reconnaît facilement.

» Dans le système ordinaire d'épuration les acides carbonique et sulfhydrique, absorbés en partie par la chaux, laissent libre l'ammoniaque, qui retient alors la naphtaline avec une grande énergie. Or cette ammoniaque qui reste dans le gaz est au moins la moitié de celle qui se trouve dans les eaux dites ammoniacales de condensation. On sait que la naphtaline a, outre son odeur, l'inconvénient d'engorger et d'obstruer les conduites de gaz au bout d'un certain temps.

» Je ne veux ni ne dois dissimuler qu'il reste encore au gaz, épuré par mon procédé, une odeur empyreumatique, mais cette odeur est bien moindre que celle connue généralement. »

M. **de Humboldt** transmet une Note imprimée, extraite d'un journal quotidien, relative à une observation de M. Bessel sur un phénomène de *lumière atmosphérique* qui n'était autre chose que la *réflexion d'un incendie sur des nuages probablement glacés.*

M. **de Humboldt** transmet également deux Mémoires de M. *Dove* : l'un sur les *courants d'induction dans l'aimantation du fer par l'électricité*, l'autre sur le *magnétisme des métaux réputés jusqu'à présent non magnétiques.*

M. *Arago* se propose de rendre compte de ces recherches dans une prochaine séance.

M. **de Caligny** adresse une nouvelle Lettre relative à la *déformation du tube du puits foré de l'abattoir de Grenelle,* Lettre dans laquelle, en substance, il fait remarquer que dans une de ses précédentes communications sur le même sujet, il avait déjà indiqué comme origine de l'écrasement la cause que M. Combe a, depuis, développée; savoir, une évacuation momentanée du liquide par un mouvement de recul de la colonne ascendante.

M. **Andraud** adresse une Note relative au même accident. Les informations qu'a reçues M. Andraud sur les circonstances qui ont précédé ou accompagné l'écrasement sont inexactes en plusieurs points, et ainsi ce n'est pas au phénomène tel qu'il a été observé que se peut appliquer l'explication proposée.

Éphémérides de la comète à courte période de Encke, *calculées par cet astronome et communiquées à* M. Arago *par* M. Airy.

ÉLÉMENTS.

Époque : 1842, 12 avril, à 0 h. de temps moyen de Berlin.
Anomalie moyenne.................... 359°58′34″,3
Mouvement en un jour sidéral........... 1070″,61433
Angle de l'excentricité............. φ = 57°39′13″,8 (e = sin φ)
Longitude du périhélie.................. 157.30. 4,7 } Équinoxe moyen du
Longitude du nœud.................... 334.39 1,8 } 12 avril 1842.
Les ascensions droites et les déclinaisons sont rapportées à l'équinoxe du 12 avril 1842.

1842. Temps moyen de Berlin 0 h.	Ascension droite de la comète en arc.	Ascension droite de la comète en temps.	Déclinais. de la comète	Logarithme de la distance de la comète à la Terre.	Logarithme de la distance de la comète au Soleil.
Mars 1	7° 2′57″	0h28m11s8	+10°50′39″	0,23084	
3	8.14. 6	0.32.56,4	+11.17.20	0,22433	9,98237
5	9.27.37	0.37.50,5	+11.44.39	0,21736	
7	10.43.39	0.42.54,6	+12.12. 4	0,20992	
9	12. 2.18	0.48. 9,2	+12.39.59	0,20197	
11	13.23.44	0.53.34,9	+13. 8.11	0,19345	9,91550
13	14.48. 4	0.59.12,3	+13 36.32	0,18433	
15	16.15.28	1. 5. 1,9	+14. 4.54	0,17454	
17	17.46. 2	1.11. 4,1	+14.33. 5	0,16401	
19	19.19.51	1.17.19,4	+15. 0.50	0,15267	9,83250
21	20.56.58	1.23.47,9	+15.27.51	0,14041	
23	22.37.20	1.30,29,3	+15.53.40	0,12713	
25	24.20.48	1.37.23,2	+16.17.46	0,11268	
27	26. 7. 0	1.44.28,0	+16.30 22	0,09691	9,72841
29	27.55.11	1.51.40,7	+16.57.28	0,07962	
31	29.44. 9	1.58.56,6	+17.10.46	0,06061	
Avril 2	31.31.54	2. 6. 7,6	+17.17.28	0,03964	
4	33.15.24	2.13. 1,6	+17.15.17	0,01650	9,60828
6	34.50.12	2.19.20,8	+17. 1.20	9,99102	
8	36 10.22	2.24.41,5	+16.32.19	9,96325	
10	37. 8.46	2.28.35,1	+15.44.48	9,93347	
12	37.38.22	2.30.33,5	+14.36. 1	9,90241	9,53775
14	37.33.57	2.30.15,8	+13. 4.45	9,87118	
16	36.53.55	2.27.35,7	+11.12. 0	9,84115	
18	35.40.44	2.22.42,9	+ 9. 1. 3	9,81365	
20	34. 0. 5	2.16. 0,3	+ 6.36.53	9,78968	9,605,6
22	31.59.10	2. 7 56,7	+ 4. 5.15	9,76985	
24	29 45.28	1.59. 1,9	+ 1.31.50	9,75428	
26	27.25.26	1.49.41,7	— 0.58.32	9,74277	
28	25. 4.15	1.40.17,0	— 3.22.15	9,73482	9,72610
30	22.45.37	1.31. 2,5	— 5.37. 0	9,72987	
Mai 2	20.31.57	1.22. 7,8	— 7.41.41	9,72732	
4	18.24 36	1.13.38,4	— 9 36. 5	9,72658	
6	16.24. 5	1. 5.36,3	—11.20.40	9,72716	9,83004
8	14.30.21	0.58. 1,4	—12.56 16	9,72866	
10	12.43. 0	0.50.52,0	—14.23.53	9,73074	
12	11. 1.20	0.44. 5,3	—15.44.38	9,73316	
14	9.24.36	0.37.38,4	—16.59.32	9,73574	9,91400

1842. Temps moyen de Berlin 0 h.	Ascension droite de la comète en arc.	Ascension droite de la comète en temps.	Déclinais. de la comète.	Logarithme de la distance de la comète à la Terre.	Logarithme de la distance de la comète au Soleil
Mai 16	7°51′ 55″	0h31m27s7	—18° 9′ 34″	9,73834	
18	6.22.28	0.25.29,9	—19.15.36	9,74088	
20	4.55.23	0.19.41,5	—20.18.25	9,74329	
22	3.29.53	0.13.59,6	—21.18.39	9,74554	9,981
24	2. 5.12	0. 8 20,8	—22.16.53	9,74763	
26	0.40.35	0. 2.42,3	—23.13.34	9,74954	
28	359.15.21	23.57. 1,4	—24. 9. 6	9,75130	
30	357.48.51	23.51.15,4	—25. 3.48	9,75292	0,03
Juin 1	356 20.27	23.45.21,8	—25.57.53	9,75446	
3	354.49.34	23.39.18,3	—26.51.30	9,75595	
5	353.15.40	23.33. 2,7	—27.44.42	9,75743	
7	351.38.16	23.26.33,1	—28.37.31	9,75897	0,083
9	349.56.57	23.19.47,8	—29.29.52	9,76064	
11	348.11.24	23.12.45,6	—30.21.36	9,76248	
13	346.21 21	23. 5.25,4	—31.12.29	9,76458	
15	344.26.39	22.57.46,0	—32. 2.15	9,76698	0,12
17	342.27.16	22.49.49,1	—32.50.36	9,76976	
19	340.23.17	22.41.33,1	—33.37.10	9,77298	
21	338.14.54	22.32.59,6	—34.21.35	9,77668	
23	336. 2.26	22.24. 9,7	—35. 3.29	9,78092	0,15
25	333.46.18	22.15. 5,2	—35.42.28	9,78574	
27	331.27. 4	22. 5.48,3	—36 18.12	9,79117	
29	329. 5.24	21.56.21,6	—36 50.22	9,79721	
Juillet 1	326.42. 7	21.46.48,5	—37.18.43	9,80397	0,18
3	324.18. 5	21.37.12,3	—37.43. 1	9,81136	
5	321.54.12	21.27.36,8	—38. 3. 9	9,81942	
7	319.31.28	21.18. 5,9	—38.19. 3	9,82812	
9	317.10.50	21. 8.43,3	—38.30.46	9,83745	0,21
11	314.53.15	20.59.33,0	—38 38.24	9,84738	
13	312.39.31	20.50.38,1	—38.42. 9	9,85786	
15	310.30.26	20.42. 1,7	—38 42.14	9,86886	
17	308.26.37	20.33.46,5	—38.38.59	9,88032	0,24
19	306.28.33	20 25.54,2	—38 32.43	9,89220	
21	304.36.35	20.18.26,3	—38.23.47	9,90443	
23	302.51. 0	20.11.24,0	—38.12.32	9,91697	
25	301.11.54	20. 4.47,6	—37.59.18	9,92977	0,26
27	299.39.21	19.58.37,4	—37.44.24	9,94278	
29	298.13.17	19.52.53,1	—37.28. 9	9,95596	

M. **Delattre** écrit qu'il est parvenu à combiner l'*iode* et le *phosphore* avec le *sélénium*. Avant de faire connaître les circonstances dans lesquelles la combinaison s'effectue, nous attendrons que l'auteur ait pu étudier les composés produits.

M. **Casimir Ducros** présente une Note ayant pour titre : *Solution du problème de la course des voitures à vapeur et des convois entraînés sur des chemins de fer décrivant des courbes d'un petit rayon.*

M. **Berriat**, maire de la ville de Grenoble, et au nom de la municipalité de cette ville, prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission qui a été chargée de faire des recherches sur la *perte de température qu'une certaine masse liquide pourrait éprouver en coulant sous terre dans une longueur donnée de conduits*.

M. **Bianchi**, opticien à Toulouse, écrit qu'il est parvenu à obtenir des *images photographiques* d'objets transparents et d'objets opaques éclairés par une *lumière artificielle*.

M. **Nothomb** annonce qu'il a trouvé de l'avantage à substituer dans les *opérations photographiques* le *protochlorure de mercure* au mercure coulant employé dans le procédé de M. Daguerre.

M. **Maratueh** prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de constater les effets d'une méthode de traitement qu'il dit avoir essayée avec succès contre la *morve* des chevaux.

M. Maratueh sera invité à exposer sa méthode dans un Mémoire qu'on renverra alors à l'examen d'une Commission.

M. **Augustin Yañes** annonce l'envoi prochain d'*observations météorologiques* qu'il a faites à Barcelone.

MM. **Fichet** et **Lacaze** écrivent d'Orléans pour demander quelques éclaircissements relatifs à l'emploi de l'*aréomètre* dans la détermination de la densité du *vinaigre*, produit qui est pour la ville d'Orléans l'objet d'une importante fabrication.

M. **Durand** adresse une réclamation de priorité relativement à quelques-unes des idées émises dans une communication récente de M. *Lamé*.

La séance est levée à cinq heures. A.

(*Pièces de la séance du 17 janvier.*)

MÉMOIRES LUS.

Recherches sur la composition des gaz des hauts-fourneaux ; par M. Ebelmen.

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Berthier.)

« Je me suis occupé dans ce travail de déterminer la composition à différentes hauteurs du courant de gaz qui circule à travers le haut-fourneau, en s'élevant depuis la tuyère jusqu'au gueulard. Ces recherches avaient un double but : chercher à apprécier, à l'aide des variations observées dans la nature du courant gazeux à diverses hauteurs, les réactions qui se passent dans l'appareil; en second lieu, déduire des analyses la quantité de chaleur et la température produite dans la combustion de ces gaz, ainsi que l'influence de la soustraction d'une partie plus ou moins considérable du courant sur la marche du haut-fourneau.

» Dans un travail publié en 1839 (1), M. Bunsen avait déterminé, par les procédés ordinaires de l'eudiométrie, la composition des gaz jusqu'à une certaine distance du gueulard, mais ses résultats ne conduisaient à aucune conclusion théorique.

» Des mélanges gazeux que j'avais à examiner pouvaient renfermer de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène pur ou carboné, enfin de l'azote. J'ai employé, pour en faire l'analyse, le procédé suivant :

» Le gaz était recueilli et mesuré dans une cloche graduée de $1^{\text{lit}},6$ de capacité, mobile de haut en bas dans une cuve cylindrique en fonte remplie de mercure; deux tubes recourbés, qui descendent jusqu'au fond de la cuve et remontent ensuite parallèlement à eux-mêmes jusqu'au-dessus du niveau du mercure, permettent d'introduire le gaz dans la cloche et de l'en faire sortir. Un de ces tubes communique avec la source de gaz, l'autre avec les appareils qui servent à l'analyse. Des robinets permettent d'établir ou de supprimer à volonté la communication.

» Le gaz était mesuré dans la cloche après avoir passé au travers d'un tube taré rempli de ponce imbibée d'acide sulfurique concentré; après le mesurage, il traversait successivement: 1° un condenseur de Liebig, suivi d'un

---

(1) *Annales des Mines*, tome XVI, 3e série.

tube rempli de potasse solide qui retenait l'acide carbonique ; 2° un tube pesé contenant de l'oxyde de cuivre et chauffé, qui changeait les gaz combustibles en eau et en acide carbonique; 3° un tube rempli de chlorure de calcium en petits fragments pour condenser l'eau produite; 4° un second condenseur de Liebig, suivi d'un tube à potasse solide pour absorber l'acide carbonique formé dans la combustion. Enfin l'appareil se termine par une bouteille pleine d'eau et munie à sa partie inférieure d'une tubulure latérale traversée par un tube recourbé.

» La différence entre les poids du tube à combustion, avant et après l'expérience, donnerait exactement le poids de l'oxygène absorbé, si l'on pouvait remplir tout l'appareil d'azote en commençant l'expérience et en la terminant. Je réalisai cette condition d'une manière très-simple, en intercalant entre le gazomètre et la suite des tubes à analyse, un robinet à trois branches au lieu d'un robinet simple. L'un de ces robinets communiquait avec un tube en porcelaine rempli de cuivre métallique réduit par l'hydrogène et placé sur un fourneau. En faisant écouler l'eau contenue dans la bouteille à l'extrémité de l'appareil, on aspirait de l'air qui traversait un flacon rempli de potasse, puis se dépouillait complétement d'oxygène en passant sur le cuivre métallique. On aspirait ainsi 300 ou 400 centimètres cubes d'azote à travers l'appareil avant de commencer l'expérience. A la fin de l'analyse, on balayait tout l'appareil en y faisant circuler une nouvelle quantité d'azote.

» Les nombres donnés par l'analyse font connaître : 1° la vapeur d'eau et l'acide carbonique contenus dans le gaz; 2° l'hydrogène et le carbone de la partie combustible; 3° enfin l'oxygène qui les transforme en eau et en acide carbonique. Comme on a le volume total du gaz, on dose l'azote par différence. On peut, au surplus, déterminer directement la proportion d'azote. Il suffit de comparer, pendant un certain temps, le volume du gaz qui sort de la cloche avec celui de l'eau qui s'écoule de la bouteille et qui représente exactement celui de l'azote, lorsque la distribution du gaz dans l'appareil est devenue constante. Pendant la durée d'une même combustion, on peut faire plusieurs dosages successifs d'azote; ce moyen m'a servi de contrôle et de vérification dans une partie de mes expériences.

» L'appareil était placé près de la source de gaz, toutes les fois que la disposition des lieux le permettait, et le tube d'aspiration plongeait alors dans le courant et communiquait avec la cloche à mercure par l'intermédiaire d'un tube en U rempli de ponce imbibée d'acide sulfurique. Lorsqu'il n'était pas possible d'opérer ainsi, on commençait par remplir de gaz une bouteille de trois à quatre litres à tubulure latérale inférieure, qui contenait aupara-

vant de l'eau recouverte d'une couche épaisse d'huile, puis on transportait cette bouteille près de l'endroit où le gazomètre était établi. J'indique avec détails dans mon Mémoire les procédés que j'ai employés pour aspirer le gaz dans la bouteille et pour le transvaser dans le gazomètre. Au moyen des dispositions que j'avais adoptées, j'arrivais à chasser complétement l'air des appareils avant d'y introduire le gaz qui restait toujours séparé de l'eau par une couche d'huile dans son passage d'un appareil à l'autre. J'ai constaté d'ailleurs que ces mélanges de gaz pouvaient séjourner plusieurs heures dans la bouteille d'aspiration sans éprouver de changement dans leur composition.

» Pour avoir un courant de gaz provenant de diverses hauteurs dans le fourneau, je faisais descendre par le gueulard une colonne de tuyaux en fonte qui s'enfonçait jusqu'à la profondeur voulue. Le gaz sortait du tuyau avec une vitesse d'autant plus grande qu'il provenait d'une profondeur plus considérable. Dans les parties inférieures du fourneau, on perçait des trous au fleuret à travers la maçonnerie, et l'on introduisait dans ces orifices des tubes de porcelaine qui donnaient issue au courant gazeux. J'ai éprouvé d'assez grandes difficultés pour prendre du gaz dans l'ouverture même de la tuyère. La chaleur produite dans cette partie du fourneau est tellement intense que des matières très-réfractaires, des tubes de fer forgé et de porcelaine, s'y fondent complétement en deux ou trois minutes. La disposition que j'ai employée me permettait de remplir de gaz la bouteille d'aspiration en quelques secondes.

» Cette série d'expériences a été exécutée dans des hauts-fourneaux, à Clerval et à Audincourt (Doubs). Les conditions de roulement de ces deux usines ne sont pas tout à fait les mêmes : l'une ne consomme que du charbon de bois, l'autre un mélange de bois et de charbon. Toutes les deux fondent des mélanges d'hydroxydes de fer argileux en grains avec des hydroxydes à pâte calcaire; mais à Audincourt on emploie en même temps une proportion très-notable de scories de forges. Les formes du vide intérieur sont très-notablement différentes d'un fourneau à l'autre. Tous les deux sont soufflés au vent chaud. Les résultats obtenus, par plus de quarante analyses, dans les deux usines conduisent à des conclusions théoriques identiques, dont je vais indiquer les principales.

» 1°. Les gaz à leur sortie du haut-fourneau marchant au charbon de bois, contiennent de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène et de l'azote; on n'y trouve point d'hydrogène carboné. A 2 ou 3 mètres du gueulard, la vapeur d'eau a à peu près disparu. A mesure qu'on descend, la proportion de l'hydrogène et celle de l'acide carbonique

diminuent, tandis que celle de l'oxyde de carbone augmente. Lorsqu'on arrive à la naissance des étalages, l'acide carbonique a disparu, et l'hydrogène est réduit au tiers du volume qu'il a au gueulard, et se maintient dans la même proportion jusqu'à la tuyère; il provient évidemment de la vapeur d'eau contenue dans l'air. Vis-à-vis de la tuyère on voit reparaître l'acide carbonique, mais à une très-petite distance il est complétement changé en oxyde de carbone.

» 2°. Lorsqu'on emploie du bois mélangé au charbon, la carbonisation s'effectue complétement dans une zone du haut-fourneau très-peu élevée en hauteur, en même temps que l'expulsion de l'eau des minerais. A partir du point où cette distillation a lieu, les analyses de gaz conduisent aux mêmes conséquences que dans un fourneau marchant au charbon de bois seul.

» Pour apprécier, d'une manière exacte, les modifications successives qu'éprouve l'air en s'élevant depuis la tuyère jusqu'au gueulard, il faut comparer la proportion de chacun des éléments qui entrent dans le mélange à une même quantité du seul élément invariable, l'azote, dont la masse totale reste la même, du bas en haut de l'appareil. Si l'on fait cette comparaison, on trouve, en tenant compte de la composition du lit de fusion :

» 1°. Que le charbon, en descendant dans le fourneau depuis le gueulard jusqu'aux étalages, ne perd que les matières volatiles qui s'en dégageraient par la calcination en vases clos. Dans toute cette partie du fourneau il ne s'opère aucune action chimique, entre le minerai et le charbon d'une part, et de l'autre entre le charbon et l'acide carbonique provenant de la réduction.

» 2°. Tout l'hydrogène dégagé par le charbon de meules dans sa distillation se retrouve à l'état de liberté dans les gaz du gueulard, avec celui provenant de la décomposition de la vapeur d'eau contenue dans l'air injecté. Ce gaz ne concourt en rien à la réduction du minerai.

» 3°. La réduction de l'oxyde de fer est en grande partie effectuée lorsqu'on arrive aux étalages. Elle est produite uniquement, sur toute la hauteur de la cuve, par la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique, et s'opère, par conséquent, sans consommation de charbon.

» 4°. La réduction de l'oxyde de fer s'achève dans la partie inférieure du fourneau, mais elle a lieu, dans cet intervalle, avec production d'oxyde de carbone, et, par conséquent, avec consommation de combustible. Les silicates de fer, les scories de forges ne se réduisent que dans cette partie du fourneau. Cette circonstance explique pourquoi les minerais silicatés, et ceux qu'un commencement de réduction amène facilement à cet état, occa-

sionnent dans leur traitement de plus grandes consommations de combustible que les minerais facilement réductibles. Le charbon consommé depuis les étalages jusque vers la tuyère, est à Clerval les $\frac{6}{100}$, et à Audincourt les $\frac{12}{100}$ du carbone total; c'est dans cette zone, où le gaz est essentiellement formé d'oxyde de carbone et d'azote, que s'effectue la carburation du métal.

» 5°. La fusion des matières a lieu, d'après tous les métallurgistes, à une petite distance au-dessus de la tuyère. Les limites de la zone de fusion me paraissent devoir être les mêmes que celles de la zone où la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone est complète.

» Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter en 1840 à l'Académie, j'ai montré que les expériences de Dulong sur les chaleurs de combustion, prouvaient que la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone était accompagnée d'une absorption considérable de chaleur latente. La combustion d'une moitié du charbon devant la tuyère développe une température extrêmement élevée qui s'abaisse très-rapidement par la combustion de l'autre moitié. Cet abaissement brusque de température me paraît caractériser les fourneaux à cuve, et les distinguer nettement des fours à réverbères, où le maximum de chaleur se produit à la fois sur un assez grand espace.

» Les formes intérieures des hauts-fourneaux que l'on modifie d'après la pression du vent, la nature du charbon et des minerais, sont en rapport avec les limites de la zone de fusion, qui doivent varier avec les mêmes circonstances.

» Dans une dernière partie de mon travail, je déduis, des résultats des analyses comparés au roulement du fourneau: 1° le volume total du gaz qui traverse une section donnée du fourneau dans l'unité de temps; 2° la quantité d'air atmosphérique nécessaire pour la combustion; 3° la quantité totale de chaleur qu'elle peut produire; 4° enfin la température qu'elle permet d'atteindre. Ce dernier nombre a été calculé pour tous les gaz en les supposant ramenés, ainsi que l'air comburant, à la température zéro : il est par conséquent un minimum.

» Les nombres obtenus sont réunis dans un tableau, et l'on peut en conclure : 1° que la proportion de gaz qui traverse une certaine zone du fourneau dans une minute, croît avec la distance de cette zone à la tuyère; 2° que la quantité de chaleur produite par la combustion croît, à mesure qu'on s'éloigne du gueulard, jusqu'à une certaine distance au-dessus des étalages, à partir de laquelle elle diminue très-notablement; 3° que la température de combustion croît en descendant jusqu'à une faible distance du grand ventre, à partir de laquelle elle reste constante. Les températures calculées varient entre 1300°

et 1900°. La combustion des gaz pris au gueulard développe une quantité de chaleur qui représente à Clerval les $\frac{62}{100}$ et à Audincourt les $\frac{67}{100}$ de la valeur calorifique du charbon et du bois employés.

» L'emploi des gaz des hauts-fourneaux a reçu, dans ces derniers temps, une nouvelle importance par l'application qu'on en a fait à l'affinage de la fonte au four à réverbère. Dans ce procédé, on brûle le courant de gaz pris dans le fourneau à une certaine distance du gueulard, et qui arrive dans le four à puddler un peu en avant de la sole, par de l'air chauffé à 200° ou 300°, que l'on projette par plusieurs tuyères parallèles dans le même sens que celui du mouvement du gaz. Dans ce mode de combustion, le gaz est complétement brûlé à une faible distance de l'orifice d'arrière, et le lieu du maximum de température se trouve à peu près invariable, ce qui n'arrive jamais quand on laisse le mélange du gaz avec l'air comburant se faire naturellement. On se trouve donc dans les meilleures conditions pour obtenir le maximum d'effet indiqué par la théorie.

» Après avoir comparé la quantité de chaleur donnée par la combustion des gaz des hauts-fourneaux avec celle développée par la houille nécessaire à l'affinage de la fonte produite par ce fourneau, j'examine, à la fin de mon Mémoire, s'il n'y aurait pas avantage à généraliser le procédé de combustion de M. Faber-Dufaur, et à substituer, dans la plupart des cas où l'on se sert de fours à réverbère, la combustion d'un gaz à celle d'un solide.

» Dans les fourneaux à cuve on obtient, vis-à-vis de la tuyère, une température extrêmement élevée, qui s'abaisse très-rapidement par la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone. Dans les fours à réverbère l'air ne traverse qu'une faible épaisseur de combustible placé sur une grille, et l'on doit chercher à régulariser cette épaisseur, de manière que le courant d'air ne renferme après son passage, ni oxygène, ni oxyde de carbone en excès. Mais cette condition est presque impossible à réaliser dans la pratique, et il est facile de voir, en examinant ce qui se passe dans un four à réverbère alimenté avec de la houille, que la combustion ne s'opère pas de la même manière sur les différents points de la grille. En certains points il y a excès d'air, plus loin excès de gaz combustibles, et le mélange n'a lieu complétement qu'à une assez grande distance de la grille. Supposons, au contraire, que l'on puisse placer sur la grille une épaisseur de 2 à 3 mètres de combustible, que cette grille soit traversée par un courant d'air forcé, et que les gaz, en sortant de ce fourneau à cuve, et n'ayant rien perdu de leur chaleur sensible, soient brûlés immédiatement par un courant d'air injecté à la fois par plusieurs orifices, il est évident que la température de combustion sera la même

que celle produite dans la première période de la réaction de l'air sur un excès de charbon; mais ici cette température pourra se développer sur un grand espace, puisque l'acide carbonique formé ne se transformera plus en oxyde de carbone.

» Quelques essais faits à Audincourt, de concert avec M. Jeanmaire, directeur de ces usines, nous ont prouvé qu'on pouvait chauffer au blanc un four à réverbère, y fondre et y puddler la fonte, en produisant et brûlant le gaz comme je viens de l'exposer. Nous avons constaté qu'avec de la braise et du fraisil de halle, c'est-à-dire avec un mélange de poussier de charbon et de matières terreuses, on arrivait à ce résultat sans difficulté.

» Au lieu d'employer l'action de l'air sur un excès de charbon pour produire un gaz combustible, on peut se servir de vapeur d'eau qui donne, comme on sait, au contact du charbon incandescent, un mélange à volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène. La chaleur de combustion de l'hydrogène est, à volume égal, d'après Dulong, la même que celle de l'oxyde de carbone, et l'on en déduit facilement que la décomposition de la vapeur d'eau par le charbon détermine une absorption de chaleur latente égale à celle que produisait la transformation d'un même volume d'acide carbonique en oxyde de carbone.

» Nous avons cherché à produire le gaz combustible, 1° par la vapeur d'eau seule; 2° par un mélange d'air et de vapeur d'eau.

» Pour produire un gaz combustible par l'action de la vapeur d'eau sur le charbon, nous avions placé un cylindre en fonte rempli de charbon dans la cheminée du four à puddler; nous avons commencé par le faire rougir, puis on y a lancé de la vapeur d'eau. On obtenait immédiatement un dégagement très-abondant de gaz qui produisait une flamme intense devant la caisse à vent, mais l'action cessait au bout de quelques minutes. Il nous a paru évident que nous n'arrivions pas à restituer assez promptement au charbon contenu dans l'intérieur du cylindre la chaleur latente absorbée par la décomposition, et la vapeur passait alors sans altération. Il aurait fallu, pour réussir, opérer sur un plus long développement de tuyaux et lancer de la vapeur portée à une haute température. Le degré de chaleur obtenu par la combustion d'un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène serait encore beaucoup plus élevé que celui produit par le mélange d'oxyde de carbone et d'azote, tel qu'il résulte de l'action de l'air sur un excès de charbon.

» En projetant à la fois dans le même foyer, de l'air et de la vapeur d'eau, on y abaisse la température de combustion; mais le gaz obtenu est plus riche en

oxyde de carbone et en hydrogène, et restitue en brûlant dans le four à réverbère toute la chaleur latente absorbée.

» Ces essais, que le temps ne m'a pas permis de continuer, m'autorisent pourtant, je crois, à présenter cette conclusion. Avec toute espèce de combustibles, même avec ceux qui renferment beaucoup de parties terreuses, on peut arriver à produire, par l'emploi simultané ou séparé de l'air et de la vapeur d'eau, un gaz dont la combustion donnera les températures les plus élevées dont on ait besoin dans l'industrie du fer. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation de l'Ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Payen* comme membre de l'Académie, Section d'Économie rurale.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Payen prend place parmi ses confrères.

F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 3, in-4°.

Traité des sections tendineuses et musculaires, dans le Strabisme, la Myopie, le Bégaiement, les Pieds-Bots, etc.; par M. BONNET; 1 vol. in-8°, et atlas in-8°; Lyon, 1841.

Traité des Maladies des Femmes; par MM. BLATIN et NIVET; 1 vol. in-8°.

Du Diagnostic de la Grossesse par l'examen de l'urine; par M. ÉGUISIER; in-8°.

Rapport présenté à la Faculté de Médecine de Montpellier, relatif à une nouvelle condition pour le Doctorat, sur laquelle M. le Ministre de l'Instruction publique demandait l'avis de la Faculté; par M. le professeur D'AMADOR; 1841; in-4°.

Études des changements moléculaires que le Sucre éprouve sous l'influence de l'eau et de la chaleur; par M. E. SOUBEIRAN; broch. in-8°.

Mémoire au Roi, en son conseil des Ministres; par M. LETOURNEUR, capitaine de vaisseau; in-4°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; janvier 1842, in-8°.

Paléontologie française; 35e livr., in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; janvier 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; janvier 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; janvier 1842; in-8°.

Réponse pour servir de réfutation aux opinions et à la critique du Rapport de M. C. Duméril, sur mon Mémoire concernant les Ophidiens, lu à l'Académie des Sciences le 5 *mars* 1832; *par* M. LAMARRE-PICQUOT; 1835, in-8°.

Histoire naturelle, générale et particulière des Insectes névroptères; première monographie, famille des Perlides; par M. PICTET; 5e livr.; Genève; in-8°.

Opere... *Sur le cuivre oxydé natif ou Ténorite; par* M. G. SEMMOLO; Naples, 1841, in-8°. (Présenté par M. d'Hombres-Firmas.)

Al terso consesso... *Mémoire adressé au troisième Congrès des Savants étran-*

gers qui doit se réunir à Florence en septembre 1841 (*question proposée relativement à la Géographie physique et à la Géographie ancienne*); *par* M. F. DE LUCA; Naples, 1841; in-8°.

Sulla memoria... *Sur le Mémoire précédent, pour revendiquer en faveur de l'École italienne, des recherches de Géométrie ancienne; par* le même; Naples, 1841.

Fenomeni... *Sur les phénomènes de la Vision; par* M. L. BRENTA, opticien; Milan, 1838; in-8°.

Gazette médicale de Paris; 1842, n° 4.

Gazette des Hôpitaux; n° 8 à 10.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 238.

L'Écho du Monde savant; nos 697 et 698.

L'Examinateur médical; tome II, n° 4.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Suite du Mémoire sur les perfectionnements dont les moyens de transport sont susceptibles; par* M. PIOBERT.

§ VI. *Moyen de diminuer le tirage des voitures aux époques où il a le plus d'intensité.*

« Les considérations relatives à l'influence de la position des arêtes de contact dans les machines à articulation, qui ont été développées dans la première partie de ce Mémoire et appliquées à la théorie du roulage, ont montré la manière dont le frottement de l'essieu contre la boîte et les résistances éprouvées par la roue concouraient pour faire varier la force nécessaire à la traction des voitures. On a vu que dans les cas ordinaires, l'effort qu'il faudrait appliquer tangentiellement à la boîte, pour vaincre les résistances que la roue éprouve à se mouvoir, étant moindre que le frottement de glissement de la fusée, il se développait une nouvelle force susceptible de compenser leur différence; que cette force était la pesanteur qui agissait alors comme un ressort, dont la tension variable tendait constamment à rétablir l'équilibre. A cet effet une partie de la force motrice

était employée à soulever le poids de la charge, à une hauteur telle que la composante de la pression de l'essieu, dirigée suivant la tangente à la boîte, égalait l'excédant de la résistance due au frottement de l'arête de contact, sur la composante du tirage parallèle à la même direction. Il résulte de cette combinaison que plus l'effort qui doit vaincre les résistances de la roue est grand, plus la force qu'il faut lui ajouter pour que la fusée glisse sur la boîte, est petite; et aucune addition de force ne serait nécessaire, si cet effort égalait ou surpassait la résistance due au frottement de l'essieu. Dans ce dernier cas, la pesanteur agit dans le même sens que le frottement sur la fusée, pour faire équilibre à la force motrice, dont l'intensité ne dépend plus alors de celle de la résistance que l'essieu éprouve à glisser sur la boîte. Ces résultats montrent combien est fautive, surtout dans ce cas, la méthode d'évaluation du tirage qui consiste à faire la somme des efforts capables de surmonter les différentes résistances prises isolément. On voit également le faible avantage qu'on peut attendre, dans les cas de fortes tractions, des rouleaux, galets et autres mécanismes compliqués, qu'on a essayé d'employer à différentes époques, pour diminuer le frottement des essieux.

» Ce qui précède indique évidemment la cause des changements de position de l'arête de contact, lorsque la roue passe du repos au mouvement, ou rencontre des obstacles, et toutes les fois qu'il se produit des variations dans les résistances qu'elle éprouve; c'est à ces changements qu'il faut attribuer les augmentations brusques de résistance qui nuisent au développement de l'effort de traction des moteurs et qui peuvent même en annuler complétement l'effet, pour peu qu'elles rendent le tirage supérieur à cet effort, lors même que celui-ci serait suffisant pour entretenir le mouvement uniforme dans des circonstances semblables. Pour produire ces variations, il suffit d'un léger changement dans la position de l'arête de contact en arrière du plan vertical passant par l'axe de l'essieu; la transmission de la force motrice et celle de la pression de la charge se faisant de l'essieu à la roue, par cette arête, la résultante de ces deux forces, qui doit nécessairement passer en avant de l'axe instantané de rotation de la roue, pour que celle-ci puisse tourner en avant malgré la résistance du sol, éprouve une réduction dans son moment, par rapport à cet axe, d'autant plus grande que le contact se trouve plus en arrière de la nouvelle position de stabilité qui lui convient; l'intensité du tirage doit donc s'élever au-delà de ce qui serait nécessaire pour opérer le roulage dans les circonstances ordinaires, tant que l'arête de contact ne s'est pas avancée jusqu'à la position

qu'elle doit conserver; ce mouvement ne pouvant avoir lieu que par une accélération dans la vitesse de l'essieu, ou par une diminution de celle de la roue, il ne peut s'accomplir que dans un temps d'une certaine durée, pendant lequel les résistances réunies agissent avec un excès d'intensité.

» Il serait d'une très-grande importance pour la pratique de remédier aux inconvénients inhérents au mode actuel de roulage; car, indépendamment de la force motrice employée inutilement, les saccades que le tirage éprouve fatiguent les moteurs animés et détraquent les machines. Pour y parvenir, il suffit de rapprocher quelques observations auxquelles les discussions précédentes ont conduit. On a vu que le changement obligé de l'arête de contact ne pouvait s'effectuer que par le roulement des surfaces de la fusée et de la boîte l'une sur l'autre, à moins de faire un effort égal à la résistance due au frottement de première espèce, qui résulterait du glissement; il est donc nécessaire que l'une de ces deux surfaces tourne pour que le contact change, mais la roue ne peut tourner tant que les résistances qu'elle éprouve ne sont pas surmontées, ni l'essieu qui est fixé aux roues, ou au corps de voiture. Ainsi il faut rendre mobile une partie du système, qui puisse servir d'intermédiaire aux deux précédentes, et dont la rotation en soit complétement indépendante; ces fonctions peuvent être convenablement remplies par l'essieu, en changeant son mode de liaison actuel et établissant une seconde rotation analogue à celle qu'il possède déjà.

» Cette nouvelle disposition ne présenterait aucune difficulté d'exécution dans la pratique, si on l'adoptait pour les voitures ordinaires et les waggons des chemins de fer. L'essieu sans cambrure aurait des fusées très-peu coniques, tournant dans des boîtes de roues, et serait adapté au corps de voiture au moyen de *coussinets* qui recevraient des *collets* ou parties tournées, situés, suivant l'espèce de véhicule, soit sur le corps d'essieu, soit aux extrémités des fusées.

» Par l'effet de cette double rotation de l'essieu, l'élévation du centre de gravité de la charge et le déplacement des arêtes de contact pourraient avoir lieu sans mouvement de la roue; mais pour résoudre complétement le problème, et de la manière la plus avantageuse à la pratique, il faut connaître la condition qu'il est nécessaire de remplir, pour qu'il n'y ait tendance au glissement, ni dans les boîtes, ni dans les coussinets. La géométrie conduit à cette condition qui consiste en une certaine relation entre les dimensions de l'essieu, de la boîte et des coussinets, analogue à celle qui a été déterminée § III, relativement aux rapports entre les arcs déve-

loppés sur la boîte et sur la bande de roue, les rayons de la boîte et de la fusée, lors du roulement de ces deux dernières surfaces, dans les voitures ordinaires. On voit, en effet, que l'axe de l'essieu, ou celui des fusées et des collets, ne deviendra stable, vu sa mobilité, que lorsqu'il sera arrivé à une position déterminée par rapport à celle des axes des boîtes et des coussinets. Pendant le repos, tous ces axes et les arêtes de contact de leurs surfaces se trouvent dans un même plan vertical; mais aussitôt que les coussinets, liés invariablement au corps de voiture, sont sollicités à se porter en avant, ils entraînent l'essieu dans le même sens; leurs arêtes de contact se portent en arrière, et le roulement des deux surfaces l'une sur l'autre, tendant à les faire tourner toutes les deux, il faut que l'une d'elles cède pour qu'il n'y ait pas glissement. Comme chaque coussinet se meut, ainsi que la voiture, parallèlement au sol, c'est l'essieu qui tourne en se portant en avant, à la manière des rouleaux ordinaires, et la surface de la fusée se développe sur celle de la boîte de roue, les contacts de ces surfaces, deux à deux, restant toujours les uns dans le *plan des axes au coussinet*, et les autres dans le *plan des axes à la boîte*. Ces deux plans se confondraient ensemble dans toutes leurs positions, si le poids de l'essieu était nul, ou très-petit, par rapport à celui dont le collet est chargé; alors la résultante de la pesanteur et du tirage, qui passe par l'arête de contact du coussinet et du collet de l'essieu, rencontrerait leurs axes, comme étant normale aux surfaces, puisque, par hypothèse, il n'existe aucune tendance au glissement; la même résultante serait également normale aux surfaces de la fusée et de la boîte de roue, et passerait par leurs axes, car aucune nouvelle force ne change sa direction primitive. On trouve facilement que, pour remplir cette condition des plans des axes, les angles décrits par les arêtes de contact sur le coussinet et sur la boîte doivent être égaux; comme les arcs de développement sur le coussinet et sur le collet, sur la boîte et sur la fusée, sont respectivement de même longueur, deux à deux, il en résulte que le roulement des quatre surfaces ne peut se faire simultanément, sans tendance au glissement, la boîte et le coussinet ne tournant pas, qu'autant que le rapport des rayons de la boîte et du coussinet est égal à celui des rayons de la fusée et du collet.

» Lorsque cette condition est remplie, toutes les circonstances du mouvement sont déterminées pour ce cas; le chemin horizontal parcouru par la voiture est égal au sinus de l'angle du plan des axes avec la verticale, ou de l'arc parcouru par le contact sur la boîte ou sur le coussinet, multiplié par

la somme de leurs rayons diminuée de celle des rayons de la fusée et du collet, ou par la moitié du jeu qui existe à la boîte ajoutée à la moitié de celui du collet. L'élévation verticale de la charge est égale au chemin horizontal, multiplié par le sinus verse de l'angle du plan des axes avec la verticale. Quant au tirage, il est égal au poids dont le collet est chargé, multiplié par la tangente du même angle, ou par le rapport du chemin horizontal à la racine carrée de la différence des carrés de ce chemin et de la moitié du jeu de la boîte, ajoutée à la moitié du jeu du collet.

» Le mouvement se complique lorsque la roue commence à se mouvoir, à moins que le frottement de la bande contre le sol ne soit assez faible pour qu'elle glisse sans tourner, car dans ce cas les axes resteraient dans les mêmes positions relatives; mais ordinairement cela n'a pas lieu : la roue tourne dès que le moment des résistances qu'elle éprouve, par rapport à son axe instantané de rotation, est dépassé par celui de la résultante de la pesanteur et du tirage. L'essieu continue alors à tourner, son collet se développant toujours sur le coussinet; mais comme la boîte tourne avec la roue, ce mouvement ralentit d'abord celui du contact avec la fusée, qui s'éloigne de plus en plus de la normale parallèle à la résultante des forces, et finit par rétrograder; l'arête de contact du collet continuant à descendre, dépasse la normale parallèle à la même résultante, de manière à se trouver aussi en dessous. La tendance au glissement qui naît de ces déplacements des arêtes du contact, augmente jusqu'à ce qu'ils soutendent des angles égaux à celui de frottement; alors l'essieu, suivant le rapport des diamètres de son collet et celui de la boîte, glisse sur la boîte, sur le coussinet, ou sur tous les deux à la fois; de telle sorte que les arêtes de contact prennent leur position de stabilité, comme dans le roulage ordinaire à essieu fixe et à essieu tournant, et le mouvement devient uniforme.

» Lorsqu'on est obligé de tenir compte du poids de l'essieu, le plan des axes au coussinet ne se confond plus avec celui des axes à la boîte : le premier fait avec la verticale un angle plus grand que le second, et le tirage est égal soit à la tangente de l'angle du premier, multipliée par le poids qui presse le collet, soit à celle de l'angle du second multipliée par le même poids augmenté de celui de l'essieu, ou par celui qui presse sur la boîte. On a ainsi la relation qui existe entre ces deux angles. Pour que les surfaces se développent les unes sur les autres deux à deux, simultanément et sans tendance au glissement, on trouve qu'il faut que ces angles soient dans le même rapport que les diamètres du collet et de la fusée, divisés respectivement par le jeu que ces pièces ont dans le coussinet et dans la boîte.

L'ensemble de cette relation et de la précédente établit une condition entre les poids et les rayons des différentes parties, qui doit être satisfaite indépendamment des grandeurs des angles que les plans des axes peuvent faire avec la verticale; dans la pratique ces angles sont ordinairement assez petits pour que les arcs soient à peu près proportionnels aux tangentes: la condition du roulement sans tendance au glissement se réduit alors à l'égalité du rapport des poids sur le collet et sur la boîte, à celui des diamètres de la fusée et du collet, divisés respectivement par le jeu que ces pièces ont dans la boîte et dans le coussinet. Comme les surfaces qui roulent les unes sur les autres ne pourraient glisser qu'autant que les angles des plans des axes différeraient de ceux qui sont fixés par cette condition, d'une quantité égale à l'angle de frottement, on a dans la pratique une certaine latitude pour les dimensions de l'essieu, des boîtes et des coussinets, auxquels il n'est pas toujours possible de donner exactement, dans l'exécution, le jeu rigoureusement fixé par les relations qui précèdent.

» Ces relations conduisent immédiatement à l'expression du tirage qui est analogue à celle qui a été trouvée pour le cas où l'on négligeait le poids de l'essieu; quoiqu'elle soit plus compliquée, sa valeur ne diffère pas beaucoup de celle de l'autre dans les circonstances ordinaires, où le poids de l'essieu est toujours une faible partie de celui de la charge. Elle part de même de zéro, croît d'abord très-lentement et s'élève graduellement jusqu'à ce que son moment par rapport à l'axe instantané de rotation de la roue au départ, égale celui de la résistance au roulement; alors la roue commence à se mouvoir, mais l'essieu ne glisse pas encore et son frottement n'entre pas dans l'expression du tirage qui est moins fort que pour les voitures ordinaires placées dans les mêmes circonstances, de toute la valeur de l'effort nécessaire pour élever le centre de gravité de la charge, ainsi qu'on l'a vu, § IV; il en est de même tant que l'arête de contact de la fusée n'a pas rétrogradé jusqu'à la position qu'elle devra occuper lorsque le glissement commencera, et c'est précisément pendant cette période que les résistances sont le plus considérables. Les mêmes effets se reproduisent d'une manière analogue pendant le mouvement, dans toutes les circonstances où les résistances de la roue augmentent, de sorte que la double rotation de l'essieu diminue le tirage dans tous les cas de maximum, ou quand il s'élève accidentellement au-dessus de sa valeur moyenne, comme au départ de la roue, à la rencontre des obstacles et en général dans tous les changements de mouvement. La diminution qui en résulte est égale à l'effort qui serait nécessaire pour opérer le tirage des voitures ordinaires sur un

sol dur, à la même époque du mouvement. Il est facile de concevoir comment cette diminution de tirage a lieu, si on remarque que la transmission de la force motrice à la roue se faisant tangentiellement à la boîte, par l'arête de contact, qui, au moyen de la nouvelle disposition de l'essieu, est placée plus en avant que dans les voitures ordinaires, la direction de l'effort transmis est plus relevée par rapport au sol et, par suite, plus avantageuse pour vaincre la résistance du terrain au roulement, dans le rapport de l'augmentation de la distance de cette direction au centre instantané de rotation de la roue.

§ VII. *Avantages des essieux à double rotation.*

» La propriété des essieux à double rotation, de diminuer les efforts de traction au départ et à la rencontre de tous les obstacles que les routes présentent, rendrait leur emploi avantageux dans les voitures de transport et surtout dans celles qui étant obligées de s'arrêter souvent, fatiguent beaucoup les chevaux; il en serait de même pour les voitures qui se meuvent habituellement sur le pavé, dont chaque joint forme un logement pour la roue. Dans le roulage sur les routes unies et compressibles, les avantages de ces essieux seraient moins prononcés, attendu que l'économie de force qu'ils procureraient ne serait qu'une faible partie du tirage; mais ces avantages augmenteraient à mesure que les routes seraient plus accidentées ou moins compressibles; ils deviendraient considérables sur des chemins à voie ou à ornières en pierre, comme il en existe dans certains pays. Mais ce serait surtout pour les chemins de fer, sur lesquels les résistances éprouvées par les roues sont faibles et l'influence du frottement de l'essieu très-grande, que les essieux à double rotation conviendraient. En effet, l'effort de traction du nouveau modèle de waggon étant réduit d'une manière notable au départ, dans les accélérations de vitesse, ainsi que dans le parcours des parties déprimées des rails, soit par la flexion entre deux *chairs* lorsqu'ils sont trop faibles, soit par suite du tassement des terres, on pourrait économiser une partie de la force motrice et diminuer le poids des locomotives. Les pertes de temps que les convois éprouvent à chaque station pour reprendre leur vitesse ordinaire, seraient moins grandes.

» La construction des chemins de fer serait moins dispendieuse, attendu que l'établissement de la voie et des rails exigerait moins de solidité, les inconvénients des flexions et dépressions étant réduits considérablement; le matériel résisterait plus longtemps et les réparations seraient moins urgentes, lors même que les dégradations seraient plus fortes. Le tracé de ces

voies de communication pourrait aussi être exécuté de manière à réduire les dépenses, parce que les changements de pente ne présenteraient plus autant d'inconvénient qu'à présent, où l'on est obligé de garder le plus longtemps possible les mêmes inclinaisons à l'horizon, au risque de tomber dans des déblais et des remblais d'une hauteur considérable, qu'on éviterait en grande partie en pliant davantage le chemin aux formes du terrain. L'indépendance des deux roues, tout en laissant à l'essieu la faculté de tourner sur ses extrémités pour diminuer les résistances et les inconvénients dus à un trop grand jeu de la boîte, dispenserait de la sujétion où l'on est de les appareiller deux à deux et de tourner leurs bandes rigoureusement au même diamètre; on éviterait aussi les frottements énormes et l'usure des rebords ou saillies des bandes contre les rails, surtout dans les parties courbes du chemin, dont les rayons pourraient être beaucoup diminués sans inconvénient. Le mouvement de *lacet* prononcé qu'il est difficile d'éviter maintenant, et qui est si pénible pour le moteur, le voyageur et les voitures, ne se présenterait plus.

» En rendant les roues mobiles autour des essieux actuels des waggons de chemins de fer, leur construction ne serait pas plus dispendieuse; car si elle demande un peu plus de main-d'œuvre, par contre elle exige beaucoup moins de précision dans l'exécution; les roues s'useraient moins vite et pourraient être employées à un état de dégradation plus avancé, sans qu'il fût nécessaire de les ajuster et de les appareiller.

» En définitive, les avantages des essieux à double rotation sont assez prononcés dans beaucoup de circonstances, pour devoir attirer l'attention des constructeurs de voitures en général, et surtout celle des ingénieurs chargés de l'établissement des chemins de fer, qu'il est si important dans ce moment, sous le point de vue politique et industriel, de rendre d'un tracé plus facile et d'une construction moins dispendieuse. »

(*Note*). — Dans les paragraphes de ce Mémoire relatifs à l'évaluation de l'effort nécessaire pour vaincre le frottement de l'essieu, on a employé, pour abréger le discours, la désignation de *rayon de la boîte,* qui convient au cas où la surface intérieure de cette partie de la roue est cylindrique; lorsque cette surface est conique, comme dans les voitures ordinaires, la même désignation n'est plus assez précise, et il est nécessaire de donner quelques explications. Le frottement de la fusée s'exerce le plus souvent sur les deux extrémités de la boîte, ainsi qu'on le voit à l'usure du métal, qui est bien plus prononcée dans ces parties que dans les autres; mais comme elles ne sont pas également pressées, ce n'est pas leur rayon moyen qui représente celui de la

boîte, ainsi qu'on le suppose généralement; la pression de l'essieu se répartit sur chacune de ces extrémités, en raison inverse de sa distance à la verticale élevée au point d'appui de la roue sur le sol. Si cette ligne passe entre les deux bases du cône de la boîte, le résultat de la répartition des pressions sur ces points est le même que si la charge n'agissait sur la boîte que dans la partie située sur la verticale, et c'est le rayon du cercle qui y correspond qu'on peut considérer comme rayon unique de la boîte. Lorsque la verticale passe en dehors de la boîte, soit du côté du gros bout, soit du côté du petit bout, les pressions de la fusée ne s'exercent plus dans le même sens, sur ces deux extrémités: ce n'est plus leur somme, mais leur différence qui est égale au poids de la charge. Le rayon qu'il faut prendre alors, dans les applications numériques, est plus grand que celui du cercle de la boîte prolongée jusqu'à la verticale, de deux fois le rayon de la base du cône la plus éloignée, divisé par le rapport de la longueur de la boîte à la distance de son extrémité la plus rapprochée de cette même verticale. Les résistances et l'usure des parties frottantes augmentent avec une grande rapidité, lorsque les boîtes sont trop courtes, ou mal placées par rapport aux plans qui comprennent entre eux la couronne formée par l'ensemble des jantes de la roue.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le développement de la chaleur dans les œufs des serpents, et sur l'influence attribuée à l'incubation de la mère*; par M. **Duméril**.

« J'avais été chargé, en 1832, de faire un Rapport, au nom d'une Commission, sur un Mémoire de M. Lamare-Picquot relatif aux serpents de l'Inde et à leur venin. Ce Rapport n'avait point été imprimé; mais trois ans après, M. Lamare-Picquot vous fit distribuer une brochure de 64 pages sous le titre de *Réponse et de réfutation aux opinions et à la critique du rapporteur*. Alors je fis insérer ce Rapport de deux pages, dans les *Annales des Sciences naturelles*.

» J'avais, en effet, cru devoir relever en particulier ces deux opinions avancées par l'auteur: 1° que les serpents peuvent téter les vaches; 2° qu'ils peuvent développer de la chaleur pour couver leurs œufs. Voici ces passages:

« 1°. La couleuvre *Demnha*, parvenue dans les étables près des vaches, » se livre au goût qui lui est propre de se nourrir de lait. Les mamelles des » vaches, dont elle a sucé les pis, se tarissent, soit par l'effet des bles- » sures occasionnées par les dents, soit par celui de l'impression que peut » recevoir l'animal pendant que le reptile travaille à se fournir ce liquide » dont il est très-friand. »

» J'avais dit dans le Rapport: « Il suffit au naturaliste de connaître la structure générale des parties de la bouche d'un serpent, le mode et les

voies de sa respiration, pour savoir que cet animal ne peut opérer l'action de téter. En effet, le vide ne peut se faire dans sa cavité buccale, en raison de l'absence des lèvres charnues, du trop court trajet des narines, du défaut d'un voile au palais, et d'une épiglotte sur la terminaison buccale de la trachée; enfin par la présence, la disposition, la longueur et la forme des dents, toutes courbées, à pointes aiguës, dirigées en arrière, de manière à produire l'effet utile de crochets ou d'hameçons destinés à retenir la proie vivante, mais qui, dans le cas rapporté, adhéreraient au pis des vaches, de telle sorte que le serpent lui-même ne pourrait se détacher de la place, lorsque ses dents auraient pénétré dans la peau. »

» Je ne puis changer d'opinion à cet égard : j'ai vu, étudié, et je puis faire voir les dents de plus de cent cinquante têtes de serpents, d'espèces différentes, préparées dans ce but; il suffit d'y jeter un coup d'œil pour concevoir le fond de cette objection et sa réalité. Je n'y donnerai pas de suite.

» 2°. Quant à la chaleur que le serpent développerait pendant qu'il est tapi sur ses œufs, l'auteur l'attribuait à la mère, qu'il comparait à une poule tourmentée d'une fièvre chaude, à l'époque de l'incubation. Nous présentions quelques objections, et voici comment nous les exprimions :

« On sait que le mode de la circulation et de la respiration des serpents les soumet à une température variable, comme celle du milieu dans lequel ils sont plongés; et que, dans cette circonstance en particulier, plusieurs œufs écrasés, l'eau et les matières des déjections de l'animal répandues sur le foin de la litière, ayant déterminé une véritable fermentation, l'air contenu dans la caisse et l'animal lui-même ont dû manifester une chaleur bien notable. Il n'est donc pas établi que le serpent ait développé de la chaleur et par suite qu'il ait réellement couvé ses œufs. »

» Nous ajoutions : « Les doutes que nous venons de soulever ne portent réellement que sur les opinions émises par M. Lamare-Picquot, car les faits dont il a été témoin présentent beaucoup d'intérêt », et nous en relations plusieurs.

» Cette polémique en était restée là, quand M. le professeur Valenciennes est venu lire dans cette assemblée un Mémoire sur l'incubation d'un python, qu'il a observée au Jardin du Roi, et sur le développement de la chaleur que produit ce serpent femelle quand il est placé sur ses œufs. Comme ce Mémoire a été inséré en entier dans les *Comptes rendus* de vos séances, avant que le Rapport en ait été fait par les Commissaires désignés pour son examen, il ne m'a pas été possible de vous présenter quelques

réflexions à ce sujet. Cependant M. Lamare-Picquot, profitant de cette circonstance, vous a écrit pour vous prier de faire faire un nouveau Rapport sur son premier Mémoire. Voilà pourquoi j'ai demandé à l'Académie la permission de lui communiquer par extrait un des chapitres inédits du sixième volume de l'*Erpétologie générale*, que je publie avec M. Bibron, dans lequel je traite de la génération des serpents, de leurs œufs, et du phénomène du développement de la chaleur qu'ils manifestent et que j'attribue non à la mère qui les recouvre, mais aux germes ou aux embryons encore contenus dans leur coque.

» Voici cet extrait :

» Les organes générateurs et la fonction reproductrice dans les serpents ont la plus grande analogie avec ceux des tortues et des lézards. Leurs sexes sont distincts, et les mâles, généralement plus petits, plus sveltes, plus vifs, plus actifs, sont mieux colorés que les femelles.

» On conçoit que ces animaux n'aient aucun besoin d'être réunis par couples, ou en monogamie prolongée au-delà de l'époque à laquelle doit avoir lieu la réunion des sexes. En effet, ils n'avaient pas de nid à construire, d'incubation corporelle, chaleureuse et nécessaire à opérer, d'aliments à fournir ou à préparer d'avance, d'éducation première à donner. L'instinct seul et la nécessité impérieuse que la nature a imposée à tous les animaux de chercher à conserver, à propager leur race, porte le mâle à faire tous ses efforts pour se rapprocher de sa femelle et celle-ci à aller à sa rencontre; mais quand la fécondation est opérée, les deux individus se séparent, s'éloignent et semblent se fuir pour tout le reste de la saison, car il n'y a ordinairement qu'une seule ponte chaque année.

» Le mâle ne s'occupe en aucune manière de sa progéniture, et les œufs vivifiés restent longtemps dans le ventre de la mère; lorsqu'ils n'y éclosent pas, ils sont pondus en une seule fois, mais le germe, dans l'intérieur de la coque, subit un travail de développement jusqu'à ce que l'œuf donne issue au petit serpent qu'il contenait. Seulement la mère a soin de déposer ses œufs dans un lieu convenable. Tantôt ils sont isolés ou distincts, tantôt réunis à la suite les uns des autres par une membrane glaireuse, qui prend plus de consistance en se desséchant; ils forment alors une sorte de chaîne ou de chapelet. La mère les dépose et les cache sous des débris de végétaux humides ou dans le sable, de manière à leur faire éprouver et conserver l'action indirecte de la chaleur du sol et celle de l'atmosphère. Dans quelques cas même les femelles réunissent leurs œufs en tas en se roulant

autour après les avoir rapprochés les uns des autres (1). Plusieurs ont été trouvées en observation dans les environs du lieu auquel elles avaient confié ce dépôt précieux, pour épier, en sentinelles vigilantes, le moment où les œufs viendraient à éclore, afin d'être à portée de protéger la faiblesse de ces petits êtres, qui jouissent de toutes leurs facultés en sortant de la coque, et pour soigner leurs premiers mouvements en leur indiquant un refuge, ou en leur fournissant, dit-on, un abri dans son propre corps, ainsi que Palissot-Beauvois et Moreau de Saint-Méry, le rapportent pour l'avoir observé chez une femelle de Crotale qui, dans le danger et avant de fuir, ouvrait la gueule et y recevait ses petits, qui s'insinuaient dans son large œsophage, pour n'en sortir que lorsqu'il n'y avait plus rien à craindre.

» La fécondation des serpents a lieu le plus souvent au printemps dans nos climats; mais les œufs vivifiés ne quittent les oviductes que trois ou quatre mois après; et même, dans quelques cas, les petits éclosent dans le ventre de la mère, successivement et à plusieurs jours d'intervalle. On dit alors que ces serpents sont vivipares. Telles sont nos vipères, dont le nom a été emprunté de cette particularité, qu'on avait d'abord observée chez elles, mais qui a été reconnue depuis reproduite dans plusieurs autres espèces de serpents de genres très-différents.

» Nous omettons ici la description très-détaillée des organes génitaux et tous les détails relatifs au rapprochement des deux sexes, qui dure des demi-journées. Ces derniers faits étaient connus des anciens, et ils ont donné lieu à des préjugés. Ainsi, Aristote, dont nous citons le texte, avait dit, en parlant de l'accouplement des serpents : « Leur entrelacement est si » intime, qu'ils paraissent ne former qu'un seul corps, ou un seul serpent à » deux têtes. » Et Pline a répété : « *Coeunt complexa, adeo circum voluta sibi ipsa, ut una existimari biceps possit.* » Mais il a prétendu, et cette erreur persiste encore chez le vulgaire, que souvent la femelle, immédiatement après avoir été fécondée, dévorait le mâle, et que c'était par suite d'un excès de jouissance. « *Vipera mas caput inserit in os, quod illa abrodit voluptatis dulcedine.* »

» M. Herholdt a communiqué en 1836, à l'Académie des Sciences de Copenhague, un Mémoire sur la génération, le développement et la naissance des serpents. Nous en donnons une analyse, parce qu'il nous fournit

---

(1) Burdach, *Traité de Physiologie*, traduction de Jourdan, tome II, page 377.

quelques observations curieuses relativement à des points de physiologie sur lesquels la science est encore incertaine.

» Ses observations ont été faites sur les œufs d'une couleuvre à collier, quatre-vingt-seize heures à peu près depuis qu'ils lui avaient été remis. Jamais il n'a reconnu de vide ou de chambre à air dans la coque. Ces œufs perdaient chaque jour un peu de leur volume et de leur poids. L'air sec et trop chaud les flétrissait; alors ils se desséchaient, et l'embryon mourait. Déposés dans l'eau, au contraire, ces œufs se gonflaient, augmentaient de poids, et la vie cessait; l'application d'un vernis sur la coque produisait le même effet, ce qui établit qu'il s'opère à travers les membranes de la coque une absorption et une exhalation. Pour éclore, ces œufs ont dû être placés dans une atmosphère humide et chaude, entre 25 et 9° centigrades. L'auteur a suivi leur développement pendant un mois. Ses observations ont été consignées dans un tableau qui indique la date des jours où il a observé les températures, la plus élevée de 20°,6 et la plus basse de 6°,4; le poids de l'œuf, qui a été en diminuant de 76 grains à 60, tandis que celui de l'embryon a été en augmentant de 4 à 36 grains, ainsi que sa longueur, de 9 lignes à 90.

» Malheureusement l'auteur n'a pas indiqué la température des œufs.

» M. Herholdt a suivi le développement et le travail intérieur de l'embryogénie. Il résulterait de ses observations que le blastoderme servirait pour ainsi dire de placenta, ou de moyen de communication par ses vaisseaux avec les agents extérieurs, pour en recevoir les *influences cosmiques*, et tenir lieu de la respiration, tandis que la nourriture serait fournie par le jaune et par l'eau de l'amnios.

» Ces faits, ainsi que ceux que M. Ratke a insérés dans l'ouvrage de Burdach (1) et ceux observés par M. Dutrochet, que je cite (2), éclairent un point important de la physiologie. On conçoit, en effet, l'action physique et chimique qui peut être produite à travers la coque perméable de l'œuf sur les vaisseaux du blastoderme, quand, à l'aide d'une température un peu élevée, le germe d'un œuf vivifié vient à se développer. Alors les veines absorbent par endosmose, et le sang qu'elles contiennent s'imprègne de certains principes de l'air, en même temps qu'il s'opère une exhalation, constatée par la diminution du poids de l'œuf et par la transformation des

---

(1) Tome III, chap. VIII, page 181.

(2) *Dutrochet*, Mémoires, 1837, tome II, page 229 et suivantes, sur l'*œuf des ophidiens*.

liquides en un corps vivant et solide, parfaitement organisé pour exister désormais par lui-même. Ces faits résultent des observations que nous venons de rapporter.

» Les graines ou les semences des végétaux ont le plus grand rapport avec les germes des animaux ovipares. Elles renferment, comme eux, sous des enveloppes protectrices et organisées, des embryons destinés à être mis ultérieurement en rapport avec les nouvelles circonstances de leur vie extérieure, et dès-lors indépendante de celle des êtres qui les ont produits et à l'existence desquels ils participaient. Comme eux, ils en ont été séparés avec une certaine provision d'aliments, appropriés d'avance à la faiblesse ou au peu d'énergie de leurs organes. Dès-lors ils ont pu se développer par eux-mêmes, sous l'influence de la chaleur, de l'humidité; ils ont été soumis aux agents généraux qui régissent les milieux dans lesquels ils ont été déposés pour un temps limité, afin de continuer leur vie individuelle et pour persister dans leur existence, au moins jusqu'à l'époque où ils auront perpétué leur race.

» De même que les graines des végétaux ont besoin pour se développer d'éprouver l'action de la chaleur, de se trouver en contact avec l'humidité du sol, avec les éléments que l'air et l'eau leur transmettent; quand une fois cette excitation de la vie végétative a été produite, elle paraît se continuer par une action interne qui ne peut s'arrêter qu'au détriment de l'existence.

» C'est ainsi que les œufs fécondés d'une poule, soumis à l'action d'une douce température factice, ont conservé ou développé le même degré de chaleur après qu'on eut interrompu pendant plusieurs heures, et même pendant une demi-journée, cette température artificielle. Burdach avait laissé vingt-quatre heures au grand air, pendant toute une nuit de juillet, dans une chambre exposée au nord et dont les croisées étaient restées ouvertes, des œufs qui précédemment avaient été soumis pendant cinq jours à l'incubation artificielle, et jamais ces embryons n'ont péri. Cette expérience a été répétée par hasard au Collége de France. Des œufs, couvés artificiellement pour étudier le développement successif des germes, avaient été posés sur une planche pendant deux jours, exposés à la température de la chambre; au troisième jour on trouva les embryons vivants et développés au même degré, et aussi bien que s'ils fussent restés soumis à l'action constante de la chaleur.

» Les anomalies qui se présentent dans certaines circonstances de la reproduction chez les ophidiens, pourraient recevoir leur explication par

les faits précédemment exposés. Tels sont la génération ovovivipare, le développement de la chaleur animale dans les œufs fécondés qui ne sont soumis, dans le plus grand nombre de cas, à aucune incubation corporelle, puisque leurs parents ne pouvaient guère communiquer les effets d'un calorique propre excédant celui de la température ambiante, et enfin les monstruosités qui sont assez communes chez les serpents, par l'inclusion fortuite de plusieurs germes dans un même œuf ou sous une seule enveloppe.

» Nous avons dit que plusieurs espèces de serpents de genres fort différents conservaient leurs œufs fécondés dans l'intérieur du corps, que leurs germes s'y développaient et venaient à éclore successivement dans l'intérieur des oviductes qui les contenaient. Ces canaux membraneux ont des parois très-minces; ils se prolongent et s'étendent dans la direction des sacs à air ou des dilatations des poumons. On peut croire que ces œufs sont là médiatement en rapport avec l'air qui se renouvelle dans ces sacs par l'acte respiratoire de la mère, et que par endosmose il s'y opère, à l'aide des vaisseaux du blastoderme, une absorption qui produirait ainsi un effet analogue à celui de l'hématose ordinaire, comme elle a lieu médiatement dans le sang veineux des poumons. Cet air, par l'oxygène qu'il contient, modifie le sang vénoso-artériel, le colore autrement, le revivifie, produit la chaleur et tous les phénomènes des sécrétions. De sorte qu'il y aurait là une sorte d'action produite par le sang de la mère sur les vaisseaux du blastoderme, et que ce mode d'hématose correspondrait à l'acte circulatoire qui s'exerce dans le placenta de l'utérus chez les animaux mammifères.

» Nous venons de rappeler que sous l'influence de la vie indépendante, lorsqu'elle se manifeste dans les semences des végétaux fécondées, mûries et déposées dans des circonstances favorables à la germination, il se produisait des phénomènes physiques et chimiques qui se ralliaient et venaient en aide à l'action vitale intérieure pour préluder aux premières fonctions des organes, en particulier à l'absorption. Examinons-les séparément : et d'abord, un certain degré de chaleur appréciable paraissant être le résultat de l'effet électro-chimique qui accompagne les décompositions et les synthèses nouvelles qu'éprouvent les fluides ambiants et intérieurs. Une fois qu'elle est commencée, cette opération vitale continue; les liquides se solidifient, car, en passant dans les tissus de l'embryon, ils abandonnent le calorique qui, s'échappant, devient sensible en se répandant dans l'atmosphère environnante. Faible et à peine perceptible dans chacune des

graines isolées, lorsqu'elle est soumise à la germination, cette chaleur devient sensible et évidente quand un plus grand nombre de semences se développent toutes à la fois dans un espace limité.

» De semblables phénomènes se produisent dans les ruches et dans les fourmilières où la respiration de chaque insecte, s'opérant chez un grand nombre d'individus, détermine et fait persister une élévation très-notable dans la température de leur habitation commune, quoique chaque abeille ne manifeste pas de chaleur propre. Swammerdam, Réaumur, Huber ont consigné ce fait. Réaumur, en particulier, a constaté que les abeilles d'une ruche avaient fait monter la liqueur de son thermomètre à 31 degrés, chaleur qui est à peu près celle que prennent les œufs sous la poule qui les couve; il a trouvé aussi pendant l'hiver, époque où les abeilles sont sans mouvements dans leur ruche, une température constante de 24 degrés.

» Les œufs des serpents sont à peu près dans les mêmes conditions que les graines des plantes. Leurs enveloppes extérieures, quoique destinées à être évidemment protectrices du germe qu'elles contiennent, sont cependant perméables aux agents généraux de la nature. Ces œufs, comme nous l'avons vu, absorbent les liquides dans lesquels on les plonge. Tant que le germe séjourne dans la coque, avant d'éclore et pendant la durée de cet espace de temps qu'on peut nommer *germination, incubation* (1), *fœtus*, l'œuf diminue notablement de poids, il s'y opère une exhalation et très-certainement aussi une absorption, car l'individu vivant qu'il renferme ne tarde pas à périr, si on le soustrait à l'action de l'air atmosphérique, ou si on l'expose à une température par trop basse ou trop élevée.

» Ces données peuvent, selon nous, servir à expliquer autrement le résultat des observations que M. le professeur Valenciennes a faites pendant l'incubation d'une femelle de Python et les conséquences qu'il en a tirées (2). Il a constaté que les œufs de ce serpent acquéraient et conservaient

---

(1) Ce nom d'*incubation*, ou l'action de couver, appliqué plus particulièrement aux oiseaux, suppose le développement et la communication de la chaleur aux œufs. Peut-on l'employer dans le même sens pour les femelles qui, placées sur leurs œufs ou les portant au dehors, ne leur communiquent pas de chaleur, tels que la Cochenille et les autres gallinsectes, le Perce-oreille, les Cloportes, les Écrevisses, les Monocles, les Alytes, les Pipas, les Syngnathes.

(2) Voyez les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris pour* 1841, t. XIII, page 126.

une température supérieure à celle de l'atmosphère dans laquelle ils étaient plongés; mais il a attribué à la mère, qui les recouvrait de son corps et qui les protégeait sous une sorte de dôme ou de voûte formée par ses circonvolutions en spirale, dont les tours étaient très-rapprochés et immobiles, la chaleur que toute cette masse paraissait avoir reçue de la mère, ou plutôt développée, selon nous.

» Voici l'analyse de cette observation intéressante : On conserve et on nourrit avec soin, dans la ménagerie du Muséum, plusieurs serpents d'une grande dimension : ce sont des *Pythons à deux raies*. Le 1er janvier on trouva l'un des mâles accouplé avec une femelle. Il y eut ensuite plusieurs autres copulations, jusqu'à la fin de février. Nous avons même été témoins de l'un de ces rapprochements, dont nous aurons occasion de parler. Depuis le 2 février, époque à laquelle cette femelle avait avalé 3 à 4 kilogr. de chair de bœuf avec un lapin, elle ne prit aucun nourriture jusqu'au 6 du mois de mai, jour où elle commença à pondre. Dans cet intervalle, son volume s'était accru considérablement. Sa ponte dura trois heures et demie et produisit quinze œufs. Ces œufs, d'abord allongés, se raccourcirent en grossissant; ils étaient distincts, ou tout à fait séparés les uns des autres.

» Cette mère était renfermée seule avec ses œufs dans une caisse de bois, placée sur des couvertures de laine, soutenues par une planche de bois mince, percée d'un grand nombre de trous et chauffée en dessous au moyen de grandes boîtes de cuivre remplies d'eau chaude qu'on renouvelait au besoin. La femelle rassembla ses œufs en tas et se plaça dessus en s'enroulant sur elle-même, de manière à les couvrir complétement pour former une voûte peu élevée, au sommet de laquelle se trouvait sa tête. Elle resta ainsi sur ses œufs pendant l'espace de deux mois, du 5 mai au 3 juillet, époque à laquelle eut lieu leur éclosion.

» C'est pendant que la mère était placée sur ses œufs que M. Valenciennes se livra à diverses reprises et à plusieurs jours d'intervalle, à des observations thermométriques, au moyen desquelles il s'est assuré que les œufs et la mère avaient une température à peu près constamment élevée de 10 à 12° centigrades, au-dessus de celle de l'air contenu dans la caisse et même des couvertures de laine sur lesquelles toute cette masse reposait. Quelquefois, cependant, quand le thermomètre placé au-dessous des couvertures avait marqué 35°,5, les œufs et la mère indiquaient 41°,5 seulement.

» Nous avons dit que nous ne partagions pas tout à fait l'opinion que

M. Valenciennes a émise en attribuant complétement au serpent la chaleur rendue évidente dans cette circonstance. Nous croyons que cette élévation de température pouvait dépendre soit de la conservation du calorique transmis antérieurement, soit des germes et de l'action vitale qui s'exerçait dans l'intérieur de ces œufs, et qui se distribuait d'une manière égale dans toute la masse, quoique ces œufs fussent superposés et que chacun d'eux produisît bien peu de chaleur en excès. Voici d'ailleurs quelques motifs à joindre à ceux que nous avons précédemment fait connaître :

» Il a été constaté par l'observation directe et par les investigations anatomiques que les reptiles en général, et par conséquent les ophidiens, d'après la structure et le jeu des organes de leur circulation et de leur respiration, ne peuvent pas développer de chaleur par eux-mêmes, au moins d'une manière notable. Cependant il nous est arrivé, au premier printemps et par un temps froid, de trouver des couleuvres au bas de très-hautes murailles, alors à l'ombre, mais qui avaient été exposées aux rayons du soleil ; au moment où nous saisissions ces reptiles, leur contact nous faisait éprouver la sensation d'une chaleur au-dessus de celle de nos mains, et souvent en prenant, pendant l'été, des lézards sur des terrains échauffés par le soleil, nous les avons trouvés brûlants. Il est donc probable que ces animaux admettent, recueillent et conservent, pendant un assez long espace de temps, la température à laquelle ils peuvent avoir été soumis antérieurement.

» On sait en effet qu'aucun reptile ne *couve*, ou plutôt et mieux ne *chauffe* ses œufs, et que tous sont à cet égard dans les mêmes conditions que les poissons, dont le corps admet et perd le calorique, suivant la température du milieu qui l'enveloppe. Dans le cas particulier que nous venons de faire connaître, les germes contenus dans les œufs, qui avaient été échauffés artificiellement, s'y sont évidemment développés ; leurs organes sont entrés en fonction : il s'y est opéré une solidification des liquides. Les phénomènes qui ont lieu pendant la vie s'y sont manifestés, à l'aide de la pénétration du calorique et peut-être de l'électricité ; l'absorption de l'oxygène s'est produite, ainsi que l'exhalation de plusieurs fluides. Très-probablement le corps de la mère qui les recouvrait s'est mis en équilibre avec leur température moyenne ; elle a partagé leur chaleur naturelle. Cette chaleur a dû être également distribuée ou répartie entre eux, puisqu'ils étaient empilés ou placés les uns sur les autres, sous une sorte de voûte fermée de toute part et surtout dans la partie supérieure qui ne permettait pas à la matière de la chaleur de s'échapper de cette espèce de four.

» Une expérience positive a même été faite à ce sujet : on disposa une couverture de laine, contournée sur elle-même, de manière à former et à laisser un vide intérieur. Cet ensemble a été placé dans l'une des cages ou boîte en bois chauffée par le bas, au moyen de caisses métalliques remplies d'eau chaude et dans le même appareil que celui qui avait servi aux observations de M. Valenciennes. Au bout de quelques heures, deux thermomètres furent placés dans la même caisse, l'un au dehors de l'espace où était disposée la couverture en dôme, l'autre dans le vide intérieur de cette sorte de four, et ce second thermomètre indiqua 10 degrés centigrades de température de plus que le premier qui était placé dans l'intérieur de cette caisse, dont l'air s'était refroidi.

» Nous supposons donc que les œufs du python dont nous venons de parler avaient reçu d'abord la chaleur artificielle ; secondement que chacun d'eux en a produit un peu, et troisièmement que la mère et ses œufs ont dû être mis, passivement et uniformément, en équilibre de température, et par conséquent que le python n'a pas plus développé de chaleur animale que ne peuvent le faire les autres reptiles.

» Nous traitons ensuite du développement des serpents et des particularités que nous ont présentées les huit jeunes pythons qui ont aujourd'hui trois ou quatre fois la longueur qu'ils avaient en sortant de l'œuf et qui était 0,52. Nous présentons dans un tableau le nombre des mues ou changements de peau que chacun d'eux a subis à des jours indiqués. Six en ont eu cinq, et des deux autres, l'un quatre, l'autre trois. On a tenu note de leur poids total et de celui de leur nourriture, ainsi que de sa quantité et de sa qualité à diverses époques, avant et après le bain qui facilitait en général leur mue et semblait exciter leur appétence pour la nourriture.

» Nous terminons ce chapitre par l'historique et la nature des monstruosités auxquelles les œufs des serpents ont donné lieu. »

M. **Dumas**, l'un des commissaires pour le Mémoire de M. Valenciennes, fait remarquer qu'il serait à désirer que le Mémoire de M. Duméril fût imprimé dans les *Comptes rendus*, pour que la Commission pût mettre à profit les observations qu'il renferme. Il lui avait paru que M. Valenciennes s'était entouré de toutes les précautions convenables pour garantir l'exactitude de ses observations, mais les remarques de M. Duméril devront provoquer un nouvel examen.

« M. **Regnault** rappelle à l'Académie que le temps n'a pas permis à M. Pelouze de lire dans la dernière séance le travail de M. Magnus, sur la dilatation des gaz, et que par suite il n'a pu lui-même développer quelques observations qu'il avait à présenter sur le même objet.

» Il fait remarquer que les causes indiquées par M. Magnus, comme rendant très-incertaines les déterminations au moyen de l'appareil employé anciennement par M. Gay-Lussac, sont les mêmes qu'il a annoncées lui-même à l'Académie dans sa séance du 13 décembre, et qu'il avait reconnues par une série d'observations directes.

» M. Regnault fait observer que le nombre 0,3665 qu'il a donné, comme résultat moyen de ses expériences sur l'air, a été indiqué par lui à plusieurs membres de l'Académie depuis plus d'un an, et que dans le *Compte rendu* de la séance du 12 avril 1841, tome XII, page 661, on trouve cette phrase:

« M. Regnault saisit cette occasion pour annoncer à l'Académie qu'il lui » présentera très-prochainement une nouvelle série d'expériences directes » sur la détermination du coefficient de dilatation des gaz et sur la com- » paraison du thermomètre à mercure avec le thermomètre à air. Les » nombres qu'il a obtenus pour le coefficient de dilatation de l'air sec s'é- » loignent très-peu de celui adopté par Rudberg : ils sont cependant con- » stamment un peu plus forts. »

» M. Regnault fait ensuite la communication suivante, qui se rapporte à la dilatation de quelques gaz autres que l'air atmosphérique.

» L'ancien coefficient admis pour la dilatation de l'air se trouvant inexact de $\frac{1}{37}$, il est évident que l'on ne peut plus regarder comme démontré que tous les gaz ont le même coefficient de dilatation; de nouvelles expériences sont nécessaires pour décider si cette loi est rigoureusement vraie, ou si elle n'est qu'approchée.

» J'ai fait des expériences sur l'azote, l'hydrogène, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'acide sulfureux, le cyanogène, le protoxyde d'azote, l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque. Le plus grand nombre de ces expériences ont été faites par le procédé II; quelques-unes cependant ont été faites avec le procédé IV.

» J'ai réuni dans un seul tableau les résultats obtenus par la deuxième méthode sur les différents gaz.

1. Azote.	1,36675	
	1,36686	
	1,36685	1,36682
2 Oxygène............ .	÷	
3 Hydrogène.	1,36692	
	1,36682	
	1,36677	
	1,36662	1,36678
4. Oxyde de carbone......	1,36647	
	1,36686	1,36667
5. Acide carbonique.	1,36844	
	1,36981	
	1,36913	
	1,36848	1,36896
6. Cyanogène.............	1,36792	
	1,36850	1,36821
7. Protoxyde d'azote......	1,36768	
	1,36780	
	1,36742	1,36763
8. Acide sulfureux........	1,36738	
	1,36667	
	1,36645	
	1,36734	1,36696
9. Gaz acide chlorhydrique.	1,36800	
	1,36825	1,36812
10. Ammoniaque...... ..	÷	

» J'ajouterai quelques mots sur la manière dont chaque gaz a été préparé.

» 1°. *Azote.*— Ce gaz a été obtenu en enlevant l'oxygène à l'air, en faisant passer celui-ci à travers un tube de verre renfermant de la tournure de cuivre et chauffé au rouge; le tube était en communication avec la pompe pneumatique. Le vide étant fait dans le ballon, on ouvrait le robinet petit à petit; l'air en passant sur le cuivre incandescent abandonnait son oxygène et déposait ensuite son humidité dans les tubes à dessiccation.

» 2°. *Oxygène.*— J'ai fait plusieurs expériences sur le gaz oxygène, mais elles m'ont donné des nombres tellement variables qu'il a été impossible d'en tirer parti. Le mercure ne peut pas être laissé en contact avec le gaz oxygène, même pendant un temps assez court, sans absorber une certaine quantité de ce gaz; sa surface présente bientôt les caractères du mercure oxydé et laisse des traces sur le tube de verre.

» La même chose se présente pour le mercure qui reste en contact avec l'air, mais l'altération est dans ce cas beaucoup plus lente; il faut un contact de plusieurs semaines pour qu'elle devienne sensible.

» L'oxygène avait été préparé par la calcination du chlorate de potasse.

» 3°. *Hydrogène.* — Ce gaz était préparé en traitant le zinc par l'acide sulfurique étendu; il traversait, avant de se rendre à la pompe et à l'appareil à dessiccation, deux tubes de 1 mètre de long remplis de ponce imbibée d'une dissolution de potasse caustique, et un troisième tube rempli de ponce imbibée d'une dissolution de sulfate d'argent. Le gaz sortait ainsi privé de toute odeur. L'interposition des deux tubes remplis de ponce imbibée d'une dissolution de potasse, est essentielle pour retenir la petite quantité de vapeur huileuse odorante que le gaz hydrogène entraîne toujours, et qui est suffisante pour altérer d'une manière sensible la dilatation du gaz. En effet, dans une expérience où le gaz hydrogène traversait simplement un flacon laveur renfermant de l'eau, j'ai trouvé pour son coefficient de dilatation le nombre 0,3686; une seconde expérience, dans laquelle le flacon laveur renfermait une dissolution de potasse, a donné le nombre 0,3679.

» 4°. *Oxyde de carbone.* — Préparé en décomposant l'acide oxalique par l'acide sulfurique concentré; le gaz traversait un flacon renfermant une dissolution de potasse caustique pour absorber l'acide carbonique, puis un long tube rempli de ponce imbibée d'une dissolution de potasse; de là il passait dans l'appareil à dessiccation.

» 5°. *Acide carbonique.* — Obtenu en décomposant le marbre blanc par l'acide chlorhydrique étendu. Le gaz traversait un flacon laveur renfermant de l'eau, et se rendait de là dans l'appareil à dessiccation.

» 6°. *Cyanogène.* — Ce gaz était préparé en décomposant par la chaleur du cyanure de mercure placé dans une petite cornue en verre; il traversait un flacon muni d'un tube de sûreté, et rempli d'acide sulfurique concentré qui servait à régulariser l'introduction du gaz.

» 7°. *Protoxyde d'azote.* — Le protoxyde d'azote était préparé en décomposant par la chaleur du nitrate d'ammoniaque renfermé dans une cornue. Le gaz, avant d'arriver aux tubes de dessiccation, traversait un flacon laveur renfermant une dissolution de protosulfate de fer.

» 8°. *Acide sulfureux.* — Ce gaz était préparé en chauffant du mercure avec de l'acide sulfurique concentré, le gaz traversait un flacon laveur rempli d'acide sulfurique concentré, puis l'appareil ordinaire de dessiccation.

» 9°. *Gaz acide chlorhydrique.* — Obtenu en traitant le sel marin par l'acide sulfurique concentré, il traversait un flacon rempli d'acide sulfurique concentré, puis les deux tubes remplis de ponce sulfurique.

» Les expériences sur le gaz acide chlorhydrique n'ont rien présenté de particulier. Le mercure a conservé sa surface brillante. Cependant je ne puis pas avoir une confiance entière dans les résultats obtenus. En effet, le mercure ne paraît pas attaqué par le gaz acide chlorhydrique seul, mais il l'est très-promptement aussitôt que ce gaz est mélangé avec l'oxygène. Or, on conçoit que quelques millièmes d'air mélangés avec le gaz acide chlorhydrique dans le ballon, suffiront pour produire une absorption très-sensible de gaz, et par suite pour troubler la dilatation.

» 10°. *Gaz ammoniac*, préparé en chauffant doucement une dissolution aqueuse concentrée de ce gaz. Il traversait un tube de 1 mètre de long rempli de potasse caustique concassée en petits fragments.

» Le gaz ammoniac m'a donné les nombres les plus variables. Le mercure paraissait profondément altéré à sa surface, il faisait la queue : il y avait eu évidemment absorption de gaz; mais il m'a été impossible de me rendre compte de la réaction chimique qui a lieu en cette circonstance.

» J'ai trouvé successivement les nombres 0,370, 0,371, 0,373, suivant que le gaz était resté plus ou moins longtemps en présence du mercure.

» On voit par le tableau précédent que l'azote, l'hydrogène, l'oxyde de carbone ont sensiblement le même coefficient de dilatation que l'air, dans les circonstances où les expériences ont été faites, c'est-à-dire les gaz se trouvant sous la pression atmosphérique quand ils sont à la température de l'eau bouillante, et sous une pression de 550^{mm} environ quand ils sont à la température de la glace fondante.

» L'acide carbonique, le protoxyde d'azote et le cyanogène présentent au contraire, dans les mêmes circonstances, un coefficient de dilatation plus fort.

» Le gaz acide sulfureux a donné des nombres un peu plus forts que ceux obtenus sur les premiers gaz ; mais la différence est tellement petite, que l'on ne sait si elle ne doit pas être attribuée aux erreurs inévitables des expériences.

» Je ne parle pas du gaz acide chlorhydrique, parce que je regarde les nombres obtenus sur ce gaz comme peu certains.

» Mes expériences semblent donc démontrer que les gaz n'ont pas, dans les mêmes circonstances, exactement le même coefficient de dilatation. Ce coefficient varie pour les gaz que j'ai examinés, et dans les circonstances où les expériences ont été faites, depuis 0,3665 jusqu'à 0,3685.

» Cette variation ne peut pas être attribuée à ce que certains de ces gaz se trouvent, à la température de la glace fondante et sous la pression de

$0^{m},550$, très-voisins de leur point de liquéfaction; car l'acide sulfureux est celui de tous ces gaz qui se liquéfie le plus facilement, et cependant son coefficient de dilatation est plus faible que celui de l'acide carbonique, qui à 0° se trouve encore éloigné de plus de 90° de son point de liquéfaction.

» Cette modification, qu'il faudrait faire subir à une des plus belles lois de la physique, me semblait trop grave pour que je ne cherchasse pas à l'appuyer par d'autres expériences.

» J'ai commencé par faire plusieurs déterminations par le procédé n° IV, en employant exactement le même appareil qui avait servi pour l'air.

» J'ai obtenu sur le gaz acide carbonique les résultats suivants :

1re période........		1,36831
		1,36857
Moyenne	=	1,36844
2me période........		1,36846
		1,36866
Moyenne........	=	1,36856

» Ces expériences donnent à très-peu près le même nombre que celui qui a été trouvé par le procédé n° II.

» Une expérience faite sur le protoxyde d'azote a donné :

1re période.... $1 + 100\alpha = 1,36701$ 2me période.... $1 + 100\alpha = 1,36797$
Moyenne...... $= 1,36749$

» La moyenne donnée par les expériences citées plus haut, et faites par le procédé n° II, est 1,36763.

» Nous avons vu que le procédé n° II donnait pour le coefficient de dilatation de l'acide sulfureux un nombre sensiblement égal à celui que nous avons trouvé pour l'air. J'ai voulu m'assurer si ce coefficient ne deviendrait pas plus fort en opérant sous des pressions plus considérables.

» L'acide sulfureux m'a donné :

Le gaz étant à 0° sous la pression de	A 100° sous la pression de	
$545^{mm},67$	$742^{mm},08$	1,36689
742 ,49	1010 ,49	1,36777
772 ,28	1052 ,14	1,36907
901 ,06	1234 ,35	1,37413

» Le coefficient de dilatation de l'acide sulfureux va donc en augmentant d'une manière très-marquée, à mesure que la pression à laquelle le gaz se trouve soumis devient plus considérable. Il est probable que la même chose se présente pour tous les gaz composés sur lesquels on n'observe pas rigoureusement la loi des volumes, ou qui ne suivent pas exactement la loi de Mariotte.

» Une variation semblable se remarque dans le gaz acide carbonique, quoique d'une manière beaucoup moins tranchée. Nous avons vu que le procédé n° IV appliqué à ce gaz avait donné :

Pression à 0°.	Pression à 100°.	
554,89	756,52	1,36831
555,47	757,54	1,36857
758,47	1034,47	1,36846
759,10	1034,61	1,36866

» La différence n'est pas sensible; mais une expérience faite sous une plus forte pression a donné :

Pression à 0°.	Pression à 100°.	
$901^{mm},09$	$1230^{mm},37$	$1+100\alpha = 1,36943$

» Ainsi le coefficient de dilatation du gaz acide carbonique est devenu sensiblement plus fort.

» J'ai disposé un appareil au moyen duquel on met immédiatement en évidence la dilatation inégale des gaz, et qui peut servir à la mesurer avec précision. Cet appareil est une espèce de thermomètre différentiel.

» Une expérience comparative faite par cette méthode sur l'acide carbonique et sur l'air atmosphérique a donné

$$\Delta h = 1^{mm},48, \quad H = 757,20,$$

par suite

$$\Delta\alpha = \frac{1^{mm},48}{757,20} = 0,002 \text{ environ};$$

c'est-à-dire que le coefficient de dilatation du gaz acide carbonique est plus fort de 0,002 que celui de l'air, ce qui le porte à 0,3685, et c'est en effet le nombre que nous avons trouvé plus haut.

» Pour vérifier l'exactitude de l'appareil différentiel, j'ai rempli les deux ballons d'air sec; j'ai trouvé alors

$$\Delta h = 0^{mm},08.$$

» Cette différence tient probablement à ce que les tubes n'étaient pas ajustés d'une manière tout à fait exacte, mais elle est complétement négligeable.

» Pour compléter l'exposition des expériences que j'ai entreprises sur la dilatation des gaz, il me reste à indiquer les expériences que j'ai faites sur la dilatation sous des pressions beaucoup plus faibles ou beaucoup plus fortes que la pression atmosphérique, et sur la comparaison du thermomètre à air avec le thermomètre à mercure. Ce sera le sujet d'un Mémoire que je communiquerai prochainement à l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Ostéographie et Odontographie des* Mustelas ; *par* M. DE BLAINVILLE.

« Le nouveau Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est le dixième de mon *Ostéographie comparée, récente et fossile.* Composé de onze feuilles d'impression et de quatorze planches lithographiées par M. Werner, il est consacré au genre de mammifères carnassiers que Linné a désigné sous le nom de *Mustela*, parce qu'il renferme indubitablement l'espèce que les anciens désignaient sous ce nom et un certain nombre d'autres plus ou moins rapprochées de notre Martre. Nous comprenons, en effet, dans ce genre linnéen tous les carnassiers de petite et rarement de moyenne taille, à corps allongé, plus ou moins vermiforme, à membres ordinairement peu élevés, assez distants, plantigrades ou subdigitigrades, pourvus de cinq doigts, le pouce évidemment plus petit que les autres, avec des ongles de moins en moins fouisseurs, devenant même quelquefois demi rétractiles ; dont la tête, brève à la face, est plus ou moins allongée et surtout déprimée au crâne ; dont le système dentaire est plus carnassier que celui des Subursus en général, et surtout par un moins grand nombre de dents molaires tuberculeuses; dont le canal intestinal, pourvu d'une paire de glandes odoriférantes à sa terminaison, est, au contraire, constamment dépourvu de cœcum ; dont le squelette offre à peine des rudiments de clavicules, mais presque constamment un os du pénis considérable, et dont l'humérus est aussi presque toujours percé d'un trou au condyle interne ; à quoi il faut ajouter que le système de coloration est constamment uniforme, quoique souvent de couleur différente et tranchée en dessus et en dessous, où elle est quelquefois en-

core plus foncée, et que les oreilles sont courtes et les moustaches peu développées.

» Nous comprenons dans ce genre, en les rangeant dans l'ordre sérial suivant, des plus rapprochées des Subursus aux plus voisines des Viverras, les Mouffettes, les Ratels, les Gloutons, les Mélogales, les Zorilles, les Grisons, les Putois, les Martres, les Loutres et les Bassaris.

» Nous avons pris pour type, pour mesure la Fouine (*Mustela Foina*, L.), parce qu'étant la plus commune, c'est elle qu'il est le plus facile de se procurer.

» Ainsi que dans nos Mémoires précédents, nous en avons décrit le squelette et les dents avec détail; puis nous lui avons comparé, sous ce double rapport, d'abord les espèces qui remontent vers les Petits-ours, et ensuite celles qui descendent vers les Viverras, genre qui doit suivre dans l'ordre sérial des carnassiers, établi d'après l'ensemble de l'organisation, traduit par le système digital, et non par le système dentaire.

» Nous avons ensuite cherché les traces que des espèces de ce genre ont laissées dans l'histoire des hommes et dans les couches de la terre, afin d'en apprécier l'ancienneté, et nous en avons tiré les conséquences que la zooclassie, ou la classification des animaux et la géologie étiologique peuvent en induire légitimement dans l'état de nos connaissances à ce sujet; rappelant en effet que très-probablement nous sommes encore assez loin de connaître toutes les espèces vivantes de Mustélas, peut-être plus encore que dans tout autre genre de carnassiers, à cause de leur petitesse, de leurs habitudes nocturnes, et encore plus de connaître toutes celles qui ont existé anciennement et dont quelques indices ont pu être conservés dans le sein de la terre.

» Je demande à l'Académie la permission de lui lire le résumé de mon Mémoire.

RÉSUMÉ.

1°. Sur la distribution méthodique des espèces.

» Le petit nombre d'espèces de Mustélas, à peine connues des anciens, devait nécessairement être réuni sous un nom commun aussitôt que ce nombre serait notablement augmenté; c'est, en effet, ce qui eut lieu par suite des travaux des naturalistes du Nord : aussi fut-ce Ray qui, le premier, rassembla toutes les espèces en un genre distinct, sous le nom de

Genus mustelinum, que bientôt après Linné changea en celui de *Mustela*. Mais depuis lors les zoologistes, en ayant égard à quelques particularités assez peu importantes, et surtout au nombre, à la forme et à la proportion des dents molaires, en ont partagé les espèces, qui montent à peine à une trentaine, en vingt genres au moins, que nous allons énumérer par ordre de dates :

» *Mustela*. — Par Linné, en 1735, pour neuf espèces, y compris deux Viverras.

» *Lutra*. — Par Linné, en 1748, pour deux espèces (1), *L. vulgaris* et *Brasiliensis*.

» *Gulo*. — Par Klein, en 1751, pour une espèce, *M. Gulo* (Erxleb.).

» *Mellivora*. — Par Storr, en 1781, pour une espèce, *M. Capensis* (Schreib.).

» *Mephitis*. — Par Buffon, en 1765, et par MM. G. Cuvier et Geoffroy, en 1795, pour trois espèces confondues avec le *M. Putorius*.

» *Putorius*. — Par M. G. Cuvier, en 1815, pour neuf espèces connues, *M. Putorius* et autres.

» *Pusa*. — Par M. Oken, en 1814, pour une espèce de Loutre (*M. Lutris*).

» *Latax*. — Par M. Gloger, en 1817, pour la même espèce.

» *Enhydris*. — Par M. Fleming, en 1828, pour la même espèce de Loutre.

» *Aonyx*. — Par M. Lesson, en 1827, pour une espèce de Loutre, *L. Capensis* ou *Inunguis*, déjà connue.

» *Bassaris*. — Par M. Lichtenstein, en 1827, pour une espèce nouvelle.

» *Mélogale*. — Par M. Isid. Geoffroy-Saint-Hilaire, en 1829, pour une espèce nouvelle très-voisine du *Gulo Orientalis* d'Horsfield.

» *Helictis*. — Par M. Gray, en 1831, pour la même espèce.

» *Ursitaxus*. — Par M. Hogdson, en 1835, pour une espèce particulière de Ratel, de l'Inde.

» *Ratelus*. — Par Bennet, en 1836, pour le Ratel du Cap.

» *Galictis*. — Par M. Bell, en 1837, pour deux espèces anciennement connues, *M. Barbara* et *M. Galera*.

---

(1) Pour Ray, les deux espèces de *Lutra* sont, avec beaucoup d'autres Carnassiers, renfermées dans le *Genus caninum*.

» *Pteronura.* — Par M. Gray, en 1837, pour une espèce de Loutre déjà connue? *L. Sandbachii.*

» *Conepatus.* — Gray, en 1837, London's Mag., pour le *Meph. conepalt,* Desm.; *C. Humboltii,* Gray, du détroit de Magellan.

» *Marputius.* — Gray, en 1837, *ibid.* pour le *Meph. Chilensis.*

» *Rhabdogale.* — Par M. Muller, en 1838, pour une espèce anciennement connue, *M. Zorilla* (Schreb.).

» *Huro.* — Par M. Isid. Geoffroy, en 1839, pour deux espèces anciennement connues, type du *G. Galictis* de M. Bell.

» *Eirara,* en 1841, par M. Lund, pour deux espèces anciennement connues, *M. Galera* et *M. Barbara.*

2°. *Sous le rapport odontologique.*

» Les espèces de Mustélas diffèrent peut-être moins encore entre elles que celles des Subursus.

» Les incisives, toujours terminales et disposées transversalement, sont : les supérieures constamment au nombre de trois paires; les inférieures, en même nombre, si ce n'est dans la Loutre de mer, qui n'en a que deux paires par manque de la première, toujours plus petite dans tous les autres Mustélas, qui ont aussi la seconde plus rentrée.

» Les canines sont en général courtes, robustes, coniques, et plus ou moins en crochet, jamais carénées.

» Les molaires, sous le rapport du nombre, de trois en haut comme en bas de chaque côté qui est le minimum, savoir : une avant-molaire, une principale et une arrière-molaire, peuvent monter jusqu'à cinq en haut et six en bas, mais point au delà; trois avant-molaires, une principale et une ou deux arrière-molaires; mais tous les degrés intermédiaires, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{5}$, existent dans certaines espèces.

» Les avant-molaires sont au nombre de trois, quand elles sont complètes; mais quand il n'y en a qu'une, c'est l'analogue de la troisième, et quand elles sont réduites à deux, ce peut être la première et la troisième, et plus souvent la seconde et la troisième, et cela aussi bien en haut qu'en bas.

» La principale d'en haut est toujours la plus forte de la série et carnassière, mais jamais complétement, parce qu'elle est constamment pourvue d'un tubercule interne, plus ou moins large et plus ou moins avancé, et surtout d'un talon en arrière.

» Celle d'en bas ressemble plus ou moins à la troisième avant-molaire qui la précède; elle est toujours simple, quoiqu'à deux racines, mais quelquefois pourvue à son bord postérieur d'un double denticule.

» Dans toutes les espèces, une seule exceptée, il n'y a à la mâchoire supérieure qu'une arrière-molaire transverse ou ronde, et, dans ce cas, quelquefois fort grande. C'est sur les particularités de forme et de proportions de cette dent que repose la distinction des espèces.

» Quand il y a deux arrière-molaires, elles sont toutes deux triquètres, la dernière étant la plus petite, et elles ont trois racines et trois alvéoles.

» La première (fort rarement la seule) arrière-molaire d'en bas, est toujours carnassière, mais à des degrés fort différents, pouvant en effet n'être composée que de deux pointes externes plus ou moins tranchantes, sans pointe interne ni talon postérieur, ou bien être pourvue de celle-là d'une manière plus ou moins prononcée, et même de celui-ci, formant une partie notable de la dent, alors devenue à moitié tuberculeuse.

» Quant à la dernière, presque toujours beaucoup plus petite, ronde et uniradiculée, elle est complétement plate ou à peine tuberculeuse à la couronne. Dans le Bassaris seul, elle a une forme triquètre comme celle qui la précède.

» Le système dentaire du jeune âge est de même nombre que dans l'adulte pour les incisives et les canines, seulement bien plus grêles et plus espacées; mais pour les molaires, le nombre en est toujours réduit à trois: une avant-molaire, petite ou uniradiculée; une principale carnassière en haut, simple en bas, et une arrière-molaire triquètre en haut et fort carnassière en bas.

3°. *Sous le rapport ostéologique.*

» Le nombre des vertèbres ne varie guère plus dans les espèces de ce genre que dans les Subursus, et les différences un peu notables ne portent également que sur la queue.

» Les vertèbres céphaliques et cervicales sont toujours en même nombre comme dans tous les mammifères, pour les premières, et dans presque tous pour les secondes.

» Les vertèbres troncales, c'est-à-dire dorsales et lombaires, sont, à la seule exception près du Bassaris, qui n'en a que dix-neuf, treize au dos et six aux lombes, au nombre de vingt, mais un peu différemment réparties.

» Dans les Martres, les Fouines, les Putois, les Belettes, les Taïras et les

Loutres ordinaires, il y en a quatorze dorsales et six lombaires; mais dans les Zorilles, les Mouffettes, les Gloutons, les Ratels et certaines Loutres, comme la Saricovienne et celle du Cap, il y en a quinze au dos et cinq seulement aux lombes, et enfin, dans le Grison, il y en a seize au dos et quatre seulement aux lombes, comme dans l'Hyène.

» Quant aux sacrées, elles ne sont jamais au-dessus de trois, ni même au-dessous, quoique dans certaines espèces la troisième ne se soude que fort tard aux deux autres. Mais les coccygiennes varient de quinze à vingt-six.

» Dans la tête, en totalité, on peut remarquer la brièveté du museau, la forme allongée et déprimée du crâne, et surtout sa grande saillie en arrière, au delà du canal auditif externe, et son élargissement au-dessus de ce canal; enfin, dans les appendices, l'étroitesse de la cavité glénoïde à son entrée par la saillie recourbée de ses bords.

» La série des os inférieurs au canal intestinal n'offre rien de bien caractéristique dans l'hyoïde; mais les sternèbres, dont le nombre ne dépasse pas dix, en y comprenant le xiphoïde entièrement cartilagineux, sont en général fort grêles et allongées.

» Les côtes, variables pour le nombre, puisqu'elles peuvent être de :

» Treize dans le Bassaris seulement;

» Quatorze dans toutes les Martres, les Putois, les Belettes, les Taïras;

» De quinze dans les Zorilles, les Mouffettes, les Gloutons, les Ratels;

» De seize dans le Grison;

» Sont, en général, fort grêles et surtout dans leur partie cartilagineuse.

» Dans les membres antérieurs:

» La clavicule n'existe osseuse que dans les Loutres, et encore est-elle extrêmement rudimentaire ;

» L'omoplate, qui n'a jamais de traces d'apophyse coracoïde, est constamment pourvue d'une sorte d'apophyse récurrente avant la terminaison de l'acromion;

» L'humérus, généralement court, ou tout au plus médiocrement allongé, est toujours percé au condyle interne d'un trou oblique, si ce n'est dans les Mouffettes, et presque jamais au-dessus de la poulie articulaire, si ce n'est dans le Ratel et un peu dans le Glouton. L'olécrâne du cubitus est presque toujours large, court et recourbé en dedans en une sorte de cuiller, et son apophyse odontoïde est également large et forte.

» Il n'y a jamais ni plus ni moins que sept os au carpe, trois à la première rangée, et quatre à la seconde, mais sans compter le sésamoïde du

long adducteur du pouce. On ne connaît encore dans ce genre aucune exception pour le nombre des doigts, qui est toujours de cinq; mais le premier, notablement plus court, même que le cinquième, et les phalanges onguéales longues, droites, assez peu arquées dans les premières espèces, deviennent plus courtes, plus comprimées, plus élevées dans les dernières, à l'exception des Loutres, qui les ont fort petites.

» Aux membres postérieurs :

» L'os des hanches, articulé avec une ou deux des trois vertèbres sacrées, est encore assez large dans l'iléon, mais surtout dans le trou sous-pubien;

» Le fémur ne manque de la fossette pour le ligament rond que dans la Loutre du Kamtschatka, et il est toujours droit et un peu déprimé dans son corps;

» Le tibia et le péroné, bien complets, forment inférieurement une cavité malléolaire assez profonde et serrée;

» Le tarse est médiocre, pourvu d'un astragale un peu élevé dans sa poulie, et assez avancé dans sa tête, d'un calcanéum, dont l'apophyse est en général courte et épaisse, et d'un premier cunéiforme encore assez étendu;

» Les cinq os du métatarse ne sont encore que médiocrement allongés: le premier plus petit même que le cinquième, et les phalanges sont assez courtes.

» Parmi les os qui n'appartiennent pas au squelette proprement dit, la rotule est, en général, ovale et assez mince;

» L'os pénien, sauf dans les Mouffettes, où il n'existe pas, est toujours fort développé, surtout en longueur.

4°. Sur la distribution géographique actuelle.

» On trouve quelques espèces de ce genre dans toutes les parties du monde, à l'exception de la Nouvelle-Hollande et de toutes les îles de la mer du Sud.

» Les espèces les plus répandues sont celles de la division des Loutres, dont quelqu'une se trouve dans les climats les plus chauds comme dans les plus froids, dans l'Ancien comme dans le Nouveau-Monde, en Europe, en Afrique, dans l'Asie continentale et insulaire, dans l'Amérique du Sud comme dans celle du Nord, à l'est comme à l'ouest de la chaîne de montagnes qui la traverse d'une extrémité à l'autre.

» La division des Martres, et surtout celle des Putois et des Belettes, est à peu près dans le même cas; mais les espèces, et surtout les individus de ces

espèces, sont plus nombreuses au nord de l'ancien et du nouveau continent qu'au sud; aussi l'Afrique en nourrit-elle beaucoup moins que les trois autres parties du monde.

» Le Glouton vient ensuite, puisqu'il se trouve aussi bien dans le nord de l'Europe que dans celui de l'Asie et de l'Amérique.

» Les espèces des autres divisions sont beaucoup plus circonscrites : les Mouffettes exclusivement en Amérique, les Zorilles en Afrique; le Ratel, également en Afrique, mais aussi dans l'Inde, et enfin les Bassaris, en Amérique, au Mexique seulement.

» Ainsi la partie du monde qui renferme le plus d'espèces de ce genre est l'Amérique, et de toutes les divisions, à l'exception de celles des Mélogales, des Zorilles et des Ratels.

» L'Asie vient au second rang, comme offrant des espèces de Loutres, de Martres, de Putois, de Belettes, ainsi qu'une espèce de Mélogale et de Ratel.

» L'Afrique nourrit aussi des Loutres, une espèce de Putois au moins, et de plus des Zorilles et une espèce de Ratel, qui sont ici, jusqu'à un certain point, les analogues des Mouffettes et du Grison de l'Amérique.

» Enfin l'Europe ne possède aujourd'hui que des Martres, des Putois, des Belettes et des Loutres, c'est-à-dire des espèces de trois sections seulement.

5°. *Sur l'ancienneté des espèces à la surface de la terre.*

» Les anciens ne nous ayant laissé que des renseignements fort incomplets sur les espèces de Mustelas qu'ils connaissaient, il est impossible de résoudre *à posteriori*, et d'une manière positive, la question de savoir si celles qui existent de nos jours étaient celles qui vivaient de leur temps. Seulement la Mosaïque de Palestrine semble nous indiquer que du temps d'Adrien, les bords du Nil nourrissaient des Loutres qu'on n'y trouve plus aujourd'hui. L'étude des ossements fossiles nous a conduit à un résultat plus satisfaisant.

» On a trouvé des preuves matérielles de l'ancienneté des espèces actuelles dans le diluvium des cavernes, en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, ainsi qu'en France, et même dans la Sud-Amérique. Les espèces dont provenaient ces os étant celles qui habitent encore aujourd'hui le pays où leurs ossements ont été trouvés fossiles :

» Les Mouffettes et les Taïras dans les cavernes du Brésil;

» Le Glouton dans celles de Bauman, de Gaylenreuth, de Sundwich, en Allemagne (1);

» La Martre, dans les cavernes des environs de Liége, ainsi qu'en Auvergne;

» La Fouine, également dans celles de Liége et dans les brèches de Baillargues, où M. de Christol a trouvé un squelette presque entier;

» Le Putois, dans les cavernes de Gaylenreuth et de Kœstritz, en Allemagne; de Liége, en Belgique; de Burrington, en Angleterre; de Lunel-Viel, dans le midi de la France;

» La Belette encore dans les grottes des environs de Liége, de Kirkdale, en Angleterre;

» Enfin, des restes fossiles de Loutre commune dans la caverne de Lunel-Viel, et dans les tourbes de la Belgique.

» On a également découvert, en Europe, des traces d'espèces de Mustélas, qui n'existent plus aujourd'hui dans nos contrées, et qui peut-être même ont disparu tout à fait du nombre des êtres vivants; mais alors elles ont été trouvées dans des terrains plus anciens et constamment d'eau douce;

» Dans le célèbre dépôt de Sansans, quelques fragments d'une espèce de Mustéla, se rapprochant probablement un peu des Viverras, et que nous avons nommée, à cause de cela *M. Genettoïdes;*

» Dans celui non moins célèbre de l'Auvergne, dans le bassin de l'Allier, des os plus nombreux d'une autre espèce, ayant également quelque chose des Viverras, pour le système dentaire, et des Mélogales pour la

---

(1) M. Schmerling cite un os innominé et un fémur de Glouton trouvés par lui dans la caverne de Chokier, aux environs de Liége; mais quoiqu'il soit possible qu'anciennement le Glouton ait habité la forêt des Ardennes, je n'ose assurer que ces os soient bien des os de Glouton. Il est en effet bien difficile de distinguer des os séparés de Glouton de ceux de Blaireau adulte et de bonne taille. Or M. Schmerling n'avait probablement à sa disposition ni pareil squelette de Blaireau ni squelette de Glouton.

M. Marcel de Serres, dans son *Énumération des ossements fossiles trouvés dans la caverne de Joyeuse,* département de l'Ardèche, cite bien aussi le Glouton, d'après une simple assertion de M. de Malbos; mais sur quel os et quelles preuves?

Le même M. Marcel de Serres fait plus, car il cite comme trouvés dans la caverne de Chokier, auprès de Liége, deux os de *Grison:* au lieu de *Glouton,* sans doute par une erreur involontaire, mais fort grave, parce que si celui-ci habite encore le nord de l'Europe, celui-là est un animal de Cayenne, de l'Amérique méridionale.

forme singulière de la tête, nommée par MM. de Laizer et de Parieu, *M. Plesictis.*

» Enfin, dans ces mêmes terrains, nous avons constaté l'existence ancienne d'espèces de Loutre; l'une, désignée par M. l'abbé Croizet sous le nom de *L. Clermontensis*, et l'autre du dépôt de Sansans, *L. Dubia.*

» On a encore cité des traces de Loutre dans un terrain plus ancien, par exemple, dans cette formation de Meudon, touchant à la craie et désignée sous le nom de *calcaire pisoolithique;* mais nous pensons que la dent considérée comme d'une Loutre, doit plutôt être rapportée à un genre de Viverra, que nous désignerons par le nom de *Palæonictis.*

» Ainsi nous arrivons à une conclusion générale analogue à celle qui termine la plupart de nos mémoires précédents, c'est-à-dire que dans le genre des Mustélas, il y a des espèces fossiles dans les terrains diluviens qui ne diffèrent en aucune manière de celles qui vivent aujourd'hui dans les lieux où elles ont été trouvées; mais qu'il en existe d'autres dans des terrains plus anciens qui semblent avoir disparu de la nature vivante, et qui viennent combler les lacunes que nous remarquons aujourd'hui dans la série de l'ordre des Carnassiers, sans cependant y former aucune coupe, même sous-générique, nouvelle. Du reste, ces espèces perdues, si elles le sont réellement, existaient comme aujourd'hui avec des animaux de différents genres et de différentes classes: des Singes, des Insectivores aériens et terrestres, des Ours, des Petits-ours, des Felis, des Canis, des Viverras, des Rongeurs, des Pachydermes, des Ruminants à bois et à cornes, des Oiseaux, des Tortues, des Lézards, des Serpents, des Crustacés, des Mollusques terrestres et d'eau douce, c'est-à-dire dans une harmonie un peu différente, sans doute, et surtout plus complète, mais bien voisine de ce qui existe encore aujourd'hui dans nos climats. »

M. **Dumas** présente la seconde édition de l'*Essai de Statique chimique des êtres organisés, avec des documents numériques.*

M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire** met sous les yeux de l'Académie un squelette fossile presque entier d'oiseau, provenant des carrières de Pantin, et recueilli par les soins de M. le docteur *Hoffmann.* Ce fossile a été trouvé sous le fort de Romainville, à 33 mètres au-dessous du sol, dans la couche connue sous le nom de *gros banc.* Il paraît se rapporter à l'une des espèces, encore incomplétement connues, qu'a décrites G. Cuvier, d'après divers débris provenant des carrières à plâtre de Montmartre

RAPPORTS.

MM. Larrey et Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire avaient été chargés de voir s'il y aurait lieu de donner suite à la proposition faite par M. *Fidrit*, de soumettre à l'inspection de l'Académie un prétendu monstre marin, pêché, dit-on, dans les mers de l'Inde. M. **Isidore Geoffroy** déclare que ce prétendu monstre est un objet factice, et ne mérite nullement de fixer l'attention de l'Académie.

A l'occasion de ce Rapport verbal, M. **Duméril** demande la parole et s'exprime ainsi :

« J'ai eu occasion de voir à Paris, il y a quelques années, un monstre factice composé de plusieurs parties de grands poissons si artistement disposées et réunies, que le tout imitait un animal que l'on donnait pour une sirène, et que, pour reconnaître la véritable origine des diverses régions ainsi rassemblées, il eût été nécessaire de les faire ramollir. On possède dans les galeries du Muséum, de prétendus dragons de mer, que des cénobites des bords de l'Océan fabriquaient avec la plus grande adresse, en se servant d'une jeune raie mâle dont ils arrangeaient les parties véritablement continues, de manière qu'en se desséchant elles offraient l'apparence des êtres les plus fabuleux. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches sur l'appareil respiratoire des Ascidiens; par* M. **Coste**.

(Commissaires, MM. de Blainville, Flourens, Milne Edwards.)

L'auteur, en terminant son Mémoire, résume dans les termes suivants les résultats des recherches qui s'y trouvent exposées :

« Tous les faits que nous venons d'exposer sont d'accord pour démontrer que les espaces ovalaires du sac branchial des Ascidiens sont occupés par une membrane plus ou moins diaphane, selon les espèces, et que, par conséquent, ces espaces ne peuvent plus désormais être considérés comme des ouvertures à travers lesquelles l'eau introduite par la bouche pourrait passer dans la chambre péribranchiale, et de cette chambre par

l'anus. Le mécanisme de la respiration n'est donc pas ce qu'on l'a supposé; et si, après avoir servi à accomplir cette importante fonction, l'eau parvient jusqu'à l'ouverture anale, c'est assurément par une autre voie que celle des prétendus stigmates dont nous venons de faire connaître la véritable signification. Dans un prochain Mémoire, nous ferons connaître le résultat de nos recherches sur la circulation des Ascidiens. Ce que nous voulions démontrer aujourd'hui, c'est que les espaces ovalaires du sac branchial ne sont point des ouvertures ou des stigmates, et nous tenons à la disposition des Commissaires que l'Académie nous fera l'honneur de nommer, des préparations qui, nous l'espérons, leur paraîtront aussi décisives qu'à nous-même.

» Quant aux Ascidiens composés, l'organisation de leur sac branchial est si rapprochée de ce qui a lieu chez les Clavelines, qu'il ne peut y avoir de doute à leur égard. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PALÉONTOLOGIE. — *Considérations zoologiques et géologiques sur les Rudistes; par* M. A. D'ORBIGNY. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« M. d'Orbigny commence par rappeler que, dès 1822, il s'occupait de recueillir des Rudistes; que depuis il a successivement parcouru toutes les parties de la France où ces fossiles se rencontrent; qu'il a réuni dans sa collection quelques milliers d'échantillons de ces restes organisés balottés jusqu'ici par les auteurs, et qu'il est arrivé, par une multitude de faits, à reconnaître que ce ne sont pas des Lamellibranches, comme le croyaient MM. Lamarck et Deshayes, mais bien, ainsi que le pense M. Goldfuss, de véritables Brachiopodes, si voisins des Cranies, qu'il est même difficile d'en séparer les Radiolites et les Hippurites. Après avoir décrit leurs caractères généraux de contexture, il dit que les Brachiopodes peuvent être divisés en deux ordres : les *Brachiopodes réguliers*, pour les coquilles libres; les *Brachiopodes irréguliers*, ou *Rudistes*, pour celles qui sont fixes. Le second ordre lui paraît devoir être divisé en deux familles, les *Hippuridées* et les *Caprinidées*, dont il donne les caractères distinctifs. Dans la première famille il place les genres *Hippurites*, *Radiolites* et *Crania*; dans la seconde, les genres *Caprina* et *Caprotina*.

» Au commencement de ses considérations géologiques, l'auteur fait remarquer que les Rudistes, loin d'être disséminés au hasard au sein des couches terrestres, sont disposés par bancs formant des horizons géologiques d'autant plus remarquables, qu'on peut les suivre sur une surface immense du continent européen, et que les Rudistes, dans ces bancs, comme il l'a vu dans les Corbières, n'ont éprouvé aucun dérangement, et sont dans la position naturelle où ils devaient être durant leur existence.

» Les Rudistes, jusqu'à présent inconnus dans les terrains inférieurs à la formation crétacée, se sont montrés, pour la première fois dans cette formation, au milieu de l'étage néocomien. Cette zone, déjà indiquée depuis longtemps par M. Élie de Beaumont sous le nom de *calcaire à dicérates*, forme une couche épaisse qu'on peut suivre sur le pourtour du bassin méditerranéen, depuis Martigues jusqu'à Chambéry; elle renferme quatre espèces distinctes. En laissant cette zone, on ne rencontre plus de Rudistes dans l'étage du gault, tandis qu'à la partie inférieure de la craie chloritée du sud-ouest de la France, on trouve un autre banc de Rudistes composant la *deuxième zone de Rudistes* de M. d'Orbigny; elle contient quatorze espèces, toutes différentes des espèces de la première zone. En remontant toujours, après avoir traversé des couches assez puissantes, on trouve la *troisième zone de Rudistes,* qui s'étend dans les bassins pyrénéen et méditerranéen, et peut se suivre jusqu'en Égypte, en Bosnie, en Morée et en Autriche. Cette zone renferme vingt-cinq espèces, toutes différentes des espèces des autres zones. Au-dessus, après avoir traversé plusieurs couches, on trouve dans le bassin pyrénéen sa *quatrième zone de Rudistes.* Elle occupe la rive droite de l'embouchure de la Gironde, et les environs de Bergerac (Dordogne); cette zone renferme huit espèces encore distinctes des autres. Dans la craie blanche du bassin parisien, en Belgique et en Suède, se trouve la *cinquième zone de Rudistes* de M. d'Orbigny. Non-seulement elle contient neuf espèces différentes des autres zones, mais encore ces espèces appartiennent au genre *Crania,* inconnu dans le reste du système crétacé.

» Après avoir détaillé tous les faits, et avoir passé en revue tous les bassins géologiques et les différents étages par rapport aux Rudistes qui s'y trouvent, M. d'Orbigny fait ressortir les conséquences suivantes, qu'il regarde comme très-importantes, soit dans leur application aux grandes questions de la Zoologie, soit pour la reconnaissance et la classification des époques géologiques des terrains.

» 1°. Les Rudistes, au lieu d'être disséminés dans la masse, forment des

dépôts successifs, des bancs dont l'horizon est tranché; ils peuvent dès lors être considérés comme les meilleurs jalons qu'on puisse prendre pour limites des couches.

» 2°. Ces zones distinctes de Rudistes déposées au sein d'un même bassin, et dans une succession de couches peu disloquées, ainsi qu'on le voit à l'ouest du bassin crétacé pyrénéen, pourraient prouver qu'il n'y avait pas besoin de grandes commotions locales, pour amener dans un même lieu, des faunes différentes, mais que, sans doute, d'autres causes influaient sur ce remplacement successif d'une faune par une autre.

» 3°. Les Rudistes ont paru cinq fois à la surface du globe dans le système crétacé, chaque fois sous des formes entièrement différentes, sans qu'il y ait de passage zoologique dans les espèces, ni de transport des individus d'une zone géologique dans l'autre. Ainsi les faunes respectives des cinq zones de Rudistes, soit dans des étages distincts, soit dans les couches d'un même étage, ont été successivement anéanties et remplacées par d'autres tout à fait différentes, ce qui n'annoncerait, dans cette série d'êtres, aucun passage ni dans les formes, ni dans les couches qui les renferment.

» 4°. Les Rudistes, divisés par zones bien tranchées au sein des terrains crétacés, y forment des horizons plus ou moins étendus et toujours dans une même position respective par rapport aux autres fossiles. Dès-lors la répartition des êtres, dans les couches terrestres, ne serait point due au hasard, mais, comme M. d'Orbigny l'a déjà trouvé pour les Céphalopodes (1), elle serait le résultat de la succession, dans un ordre invariable, de faunes plus ou moins nombreuses, dont la connaissance parfaite est destinée à donner, par la suite, l'histoire chronologique de la Zoologie ancienne du globe. »

M. d'Orbigny présente en outre un tableau, également relatif à ses recherches paléontologiques, et qui a pour titre: *Application de la Zoologie à la classification par étages et par zones des terrains crétacés de la France, basée principalement sur l'étude des Rudistes et des Céphalopodes.*

(Renvoi à la Commission nommée.)

---

(1) *Paléontologie française.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la nicotine ou alcali du tabac; par* M. BARRAL.

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Regnault.)

« Depuis longtemps je m'occupe d'un travail général sur le tabac, que je me propose de soumettre au jugement de l'Académie lorsqu'il sera complétement terminé. Cependant, comme il vient de paraître dans le journal de M. Liebig un Mémoire de M. Ortigosa sur l'un des produits du tabac, la nicotine, je communique à l'Académie les résultats auxquels je suis arrivé, et que M. Pelouze connait depuis plus de deux mois.

» La nicotine, découverte par Vauquelin en 1809, a été étudiée par MM. Porsel et Rissmann en 1828; ces chimistes ont donné quelques-unes de ses propriétés, mais ils n'ont pas déterminé sa composition. M. Ortigosa ne l'a pas obtenue pure, mais il a fait l'analyse des sels doubles qu'elle donne avec les chlorides de platine et de mercure, et il trouve que sa composition est représentée par la formule $C^{20}H^{16}Az^{2}$, qui s'accorde complétement avec mes expériences.

» J'ai obtenu environ 16$^{gr.}$ de nicotine pure en opérant sur 20 kilog. de feuilles sèches de tabac d'Alsace. Je fais digérer ces feuilles, préalablement hachées, avec de l'eau aiguisée d'acide sulfurique; après trois jours, je les porte sous une presse. Je renouvelle ce traitement jusqu'à ce que les feuilles aient perdu leur âcreté. Je distille sur de la chaux la liqueur évaporée à moitié. L'eau distillée entraîne la nicotine, que je lui enlève en partie en l'agitant avec de l'éther.

» Je traite de nouveau le résidu jusqu'à ce qu'il ne soit plus âcre avec l'eau de la distillation précédente.

» J'obtiens ainsi une dissolution brune de nicotine dans l'éther; j'enlève l'éther, l'eau et tous les corps étrangers plus volatils que la nicotine, en la maintenant durant quinze jours à des températures successivement croissantes jusqu'à 140°.

» Alors je distille sur de la chaux éteinte la liqueur ainsi concentrée au milieu d'un courant d'hydrogène sec dans une cornue placée dans un bain d'huile chauffé à 190° environ, et dont le col recourbé et effilé plonge dans un petit flacon sec. La nicotine, préservée ainsi des altérations que causerait le contact de l'air ou une chaleur trop intense, passe légèrement colorée; une nouvelle distillation la donne incolore et tout à fait pure. Elle ne contient pas d'ammoniaque, car, traitée par une dissolution de chlore, elle ne donne pas la moindre trace d'azote.

» C'est un liquide transparent, incolore, assez fluide, anhydre, s'altérant, devenant brun et s'épaississant au contact de l'air; d'une odeur âcre, ne rappelant que peu celle du tabac; d'une saveur brûlante. Je n'ai pu la congeler en l'exposant à un froid de -10°. Elle se volatilise à 250° environ, en laissant un résidu charbonneux.

» C'est un poison d'une extrême violence. Un chien de moyenne taille meurt en moins de trois minutes, si on lui place sur la langue une goutte de nicotine de moins de 5 milligrammes.

» Elle bleuit le papier rouge de tournesol humide; elle se comporte comme un alcali fixe. Ainsi elle se combine en dégageant de la chaleur, avec les acides, et elle précipite de leurs dissolutions l'alumine et tous les métaux.

» Elle se combine directement avec les hydracides. Ses sels simples cristallisent difficilement, parce qu'ils sont déliquescents; les sels doubles qu'elle donne avec différents métaux cristallisent mieux. Tous ces sels sont insolubles dans l'éther.

» En brûlant $0^{gr},867$ de nicotine avec de l'oxyde de cuivre, j'obtiens 0,692 d'eau et 2,343 d'acide carbonique.

» En brûlant de même 0,466 de nicotine, j'obtiens $65^{c.c.},6$ d'azote à la température de $16^{\circ},2$ et à la pression de 0,7705.

» Je conclus de là que la composition de la nicotine est la suivante :

	D'après l'expérience.	D'après la théorie.		
Carbone..........	73,33	73,04	750,00	$= C^{20}$
Hydrogène........	9,42	9,72	99,84	$= H^{16}$
Azote............	17,04	17,24	177,04	$= Az^{2}$
	99,79	100,00	1026,88	

» Cet alcali ne contient donc pas d'oxygène et a, par rapport aux autres bases organiques, une capacité de saturation très-grande. Cette capacité a été vérifiée par les analyses du chlorhydrate simple, et du chloroplatinate de nicotine.

» Le chlorhydrate est très-déliquescent à l'air; mais on l'obtient cristallisé en longues fibres, et anhydre en le formant avec de l'acide hydrochlorique sec et le portant sous le récipient de la machine pneumatique. Il est blanc, plus volatil que la nicotine, insoluble dans l'éther, très-soluble dans l'eau et l'alcool. En en traitant $0^{gr},733$ par le nitrate d'argent, j'ai obtenu 0,860 de chlorure d'argent, d'où il résulte pour sa composition :

	D'après l'expérience.		D'après la théorie.
Acide chlorhydrique..	29,74	455,12	455,12 = Ch^2H^2
Nicotine............	70,26	1075,21	1026,88 = $C^{20}H^{16}Az^2$
	100,00	1530,33	1482,00

» Le chloroplatinate de nicotine s'obtient en poudre jaune et grenue en précipitant la dissolution de chloride de platine par la nicotine. Il est soluble dans l'eau bouillante et très-soluble dans un léger excès de nicotine.

» En calcinant $2^{gr},763$ de ce sel, j'ai obtenu $0^{gr},961$ de platine en éponge, ce qui donne 34,25 de platine pour 100.

» En brûlant $1^{gr},100$ de ce sel avec de l'oxyde de cuivre, j'obtiens 0,293 d'acide carbonique et 0,313 d'eau.

» En brûlant $1^{gr},550$ du même sel, j'obtiens 59^{cc} d'azote à la température de 15° et à la pression de 0,765.

» De ces trois analyses, il résulte pour le chloroplatinate la composition suivante:

Carbone........	21,12	C^{20}	Pt Ch^4.........	= 2118,40
Hydrogène.......	3,22	H^{18}	Ch^2H^2.........	= 455,12
Azote............	4,81	Az^2	$C^{20}H^{16}Az^2$.......	= 1026,63
Chlore...........	36,60	Ch^6		3600,15
Platine..........	34,25	Pt		
	100,00			

» On obtient de même des chlorures doubles de nicotine avec les chlorides de mercure, d'étain et de fer. Le sel double de mercure et de nicotine est blanc, ainsi que celui d'étain; celui de fer est jaune-brun.

» Toutes les réactions qui précèdent montrent que la nicotine que j'ai obtenue est un alcali bien défini. Je n'ai pu encore analyser les sels qu'elle donne avec les oxacides. Il me reste de plus à faire voir quelle espèce d'altération elle éprouve au contact de l'air, et d'une chaleur suffisamment élevée. J'espère dans le Mémoire que je soumettrai à l'Académie joindre aux solutions de ces questions, l'explication de la formation de la nicotine dans le tabac. »

ZOOLOGIE. — *Sur la classification des animaux en séries parallèles; par* M. **Brullé**. — IIe et IIIe Partie.

Dans la première partie de son travail, l'auteur ne s'était occupé que de deux classes d'animaux articulés, les Insectes et les Arachnides; dans la

seconde partie, il s'est proposé de montrer comment les autres classes peuvent également se prêter à ce mode de distribution; enfin, dans la troisième, il s'efforce de l'étendre aux classes comprises dans les trois autres embranchements.

« M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire**, à l'occasion de cette présentation, fait remarquer que les divers travaux de classification qu'il a faits depuis plusieurs années, sont parfaitement conformes, dans leurs principes et dans leurs résultats généraux, à ceux auxquels M. Brullé se livre en ce moment. Après quelques essais partiels, M. Isidore Geoffroy a énoncé, dès 1832 (1), ses vues sur la possibilité de considérer les diverses espèces d'un genre, les divers genres d'une famille, les diverses familles d'un ordre, et de même encore, les divers ordres d'une classe, comme réductibles à un certain nombre de séries parallèles entre elles. M. Isidore Geoffroy ne s'est point borné depuis lors à insister, dans son enseignement et dans ses ouvrages, sur les avantages, très-grands, selon lui, qu'offrent les *classifications paralléliques,* pour l'expression des rapports naturels des groupes des divers degrés; il a suivi, jusque dans leurs dernières conséquences, les idées qui viennent d'être rappelées, et les a soumises à l'épreuve d'une applica-

---

(1) « Les diverses espèces d'un genre, les divers genres d'une famille, les diverses » familles d'un ordre, et de même encore les divers ordres d'une classe (et il en serait encore ainsi des groupes d'un rang plus élevé), forment presque constamment, d'après » des recherches que j'ai déjà pu étendre à quatre classes (les trois premières des » vertébrés et des crustacés), des séries manifestement parallèles à celles qui les pré» cèdent et à celles qui les suivent, comprenant des êtres fort analogues à ceux que ren» ferment celles-ci, mais étant cependant, dans leur ensemble, inférieures aux premières, » supérieures aux secondes. La série supérieure et l'inférieure ont en effet, si je puis em» prunter cette expression à la langue des mathématiques, beaucoup de termes communs. » Mais les premiers termes de la série supérieure n'ont point d'équivalents dans l'infé» rieure, et les derniers de l'inférieure sont également sans analogues dans la supérieure. » Ainsi (et peut-être ces idées un peu abstraites paraîtront-elles moins obscures expri» mées sous cette forme), si la première série est représentée par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, *e* » (la lettre *a* indiquant les êtres les plus élevés en organisation, et *e* ceux qui sont pla» cés le plus bas dans l'échelle animale), la seconde le sera par *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, la troisième » par *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, et ainsi de suite. Il est évident que ce seront là autant de séries, se » composant en partie de termes communs, et pouvant être dites parallèles, mais aux» quelles on peut cependant assigner des rangs inégaux, puisque chacune s'élève moins » haut et descend plus bas que celle qui la précède. » (*Considérations sur les caractères* » *employés en ornithologie,* dans les *Nouvelles Annales du Muséum,* t. I.)

tion rigoureuse, non-seulement aux espèces normales, mais aux êtres anomaux eux-mêmes. En effet, la classification des monstres unitaires et celle des monstres composés, qu'il a exposées dans les deux derniers volumes de son *Histoire générale des Anomalies*, sont, aussi bien que ses nouvelles classifications des mammifères et des oiseaux (1), des classifications essentiellement paralléliques. »

Sur la demande de l'un des Commissaires précédemment désignés pour l'examen du travail de M. Brullé, M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire est adjoint à la Commission, qui se composera ainsi de MM. Duméril, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire et Milne Edwards.

M. **Sorel** rappelle qu'au mois de décembre 1840 il avait présenté à l'Académie des objets de fer recouverts, au moyen de l'appareil voltaïque, d'une couche de zinc qui avait pour objet de les préserver de l'oxydation. « Aujourd'hui, dit-il, je viens annoncer que dans l'application en grand de mes procédés, je fixe le zinc sur le fer *instantanément* et à l'état de métal brillant. Parmi les échantillons que je mets aujourd'hui sous les yeux de l'Académie se trouvent des objets en fer forgé, et d'autres en fonte de fer; il y a même des objets non décapés qui sont parfaitement recouverts, ce qui montre la possibilité d'une grande économie dans la main-d'œuvre.

» Je ferai remarquer encore que dans mes procédés ce sont les sels de zinc les moins chers que j'emploie, le sulfate et le chlorure, et non point des solutions alcalines ou des cyanures qui coûtent très-cher et agissent très-lentement. »

La note de M. *Sorel* et les objets qui l'accompagnent sont renvoyés à l'examen de la Commission des Arts insalubres, déjà chargée de s'occuper de divers procédés dans lesquels on fait intervenir l'électricité pour le dorage, l'argentage, etc., des métaux par la voie humide.

A l'occasion de cette présentation, M. **Arago** fait remarquer qu'il a depuis longtemps mis sous les yeux de l'Académie des objets en métal qui avaient été zingués par M. Perrot, de Rouen, au moyen de l'action des

(1) Par des motifs que M. Isidore Geoffroy a ailleurs exposés (*Essais de Zoologie générale*, p. 481), il n'a point publié lui-même ses classifications; mais elles ont été recueillies et publiées par divers zoologistes, notamment par MM. Guérin-Méneville, Victor Meunier, Charles d'Orbigny et Gervais.

courants électriques. Ces objets sont encore en dépôt au Secrétariat; ils seront remis à la Commission chargée de constater les résultats des divers procédés galvanoplastiques.

M. Thiébaut de Berneaud rappelle, à l'occasion d'une communication récente de M. Jaume Saint-Hilaire sur le *Thyion* de Théophraste, les recherches qu'il a lui-même présentées autrefois sur ce sujet, recherches qui se trouvent mentionnées dans le Rapport fait à l'Académie sur les progrès des sciences physiques pendant l'année 1814.

La conclusion à laquelle était arrivé M. Thiébaut dans ces recherches, et celle qu'il croit encore aujourd'hui devoir soutenir, c'est que le thyion de Théophraste (Citrus de Pline) ne doit plus être cherché dans les régions continentales que lui ont assignées pour patrie les deux naturalistes anciens, et qu'il ne s'est conservé que dans les îles voisines. Le thyion serait en effet, selon lui, le *Pinus canariensis* de Broussonet, et non, comme l'ont prétendu M. Jaume Saint-Hilaire et quelques autres écrivains, le *Juniperus phœnicœa.*

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen de la Note de M. Jaume Saint-Hilaire.)

M. L. Laurent demande que des Mémoires sur divers points d'anatomie et de physiologie comparées qu'il a soumis depuis 1839 au jugement de l'Académie, et qui n'ont pas encore été l'objet d'un Rapport, soient admis à concourir pour le prix de Physiologie expérimentale.

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale, fondation Montyon.)

L'Académie reçoit un Mémoire adressé pour le concours au prix extraordinaire proposé pour diverses questions relatives à la vaccine, prix qui doit être décerné, s'il y a lieu, en 1842.

Conformément aux dispositions prescrites par le programme, le nom de l'auteur est sous pli cacheté.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Finances accuse réception du Rapport fait à l'Académie sur les *procédés nouveaux introduits dans l'art du doreur par*

M. Elkington et M. de Ruolz, et demande qu'un certain nombre d'exemplaires de ce Rapport soient mis, s'il est possible, à sa disposition, afin qu'il puisse les faire distribuer à plusieurs de MM. les directeurs du ministère des finances.

M. le **Directeur des Douanes** adresse un exemplaire de l'*État du cabotage* pendant l'année 1840. Cet ouvrage forme le complément au Tableau du commerce de la France pour la même année, Tableau qui a été envoyé à l'Académie au mois de novembre dernier.

M. **Girardin**, de Rouen, adresse ses remercîments à l'Académie qui l'a nommé, dans une des précédentes séances, l'un de ses correspondants pour la Section d'Économie rurale.

zoologie. — *Sur les mœurs des chauve-souris*. — Extrait d'une Note de M. **Pouchet**, présentée par M. *Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire*.

« Durant une excursion que je fis dans les souterrains d'une ancienne abbaye du département de la Seine-Inférieure, je trouvai les voûtes garnies d'une telle abondance de chauve-souris fer-à-cheval (*Vespertilio ferrum equinum*), que, dans certains endroits, celles qui y étaient accrochées paraissaient presque se toucher.

» Effrayées et mises en mouvement par la présence des élèves qui m'accompagnaient, et par la lumière des flambeaux, ces chauve-souris, pendant leurs efforts pour fuir, laissèrent tomber des petits qui vinrent en partie choir sur nous et s'accrocher à nos vêtements, et en partie tomber sur le sol de la caverne qu'ils jonchèrent dans toute son étendue. La longueur de ces jeunes animaux était de 1 centimètre environ. Toutes les mères qui furent prises avaient déjà laissé tomber leurs petits; ainsi je ne pus m'assurer cette fois comment elles les portaient dans le vol.

» Cette année, ayant pénétré dans les mêmes souterrains, j'ai été plus heureux à cet égard. Pendant la chasse active que je fis faire aux chauve-souris, on ne trouva que deux petits sur le sol, et l'on prit quatre mères qui avaient encore chacune un petit cramponné à son corps. Alors il me fut très-facile de reconnaître le procédé par lequel celui-ci y adhérait et résistait aux mouvements brusques qui ont lieu dans le vol de ces mammifères.

» Chaque femelle ne portait qu'un seul petit, et celui-ci adhérait for-

tement à sa mère, à l'aide des pattes de derrière et dans une position renversée. Il l'embrassait même si étroitement, qu'au premier aspect les deux animaux, dont les formes étaient en quelque sorte confondues, offraient la plus étrange configuration. Leur groupe examiné avec soin faisait découvrir que le petit était cramponné à sa mère à l'aide des ongles acérés de ses pattes de derrière, dont chacune était accrochée sur les parties latérales du tronc, au-dessous des aisselles; de telle manière que le ventre du jeune individu était en contact avec l'abdomen de la femelle qui le portait. La tête du jeune nourrisson regardait en arrière et dépassait la membrane qui s'étend des pattes à la queue. La mère, pour faciliter cette suspension avait probablement ses tarses passés au-dessous du pli de l'aile de son petit.

» L'adhérence de ces jeunes chauve-souris à leur mère était telle, que les plus brusques secousses ne les en détachaient pas.

» Les chauve-souris que nous observâmes offraient 60 millimètres de longueur de la nuque à l'origine de la queue, et pesaient 20 grammes, tandis que leurs petits, qui paraissaient loin de pouvoir encore abandonner leur mère, avaient déjà 45 millimètres de longueur et pesaient 12 grammes. Du reste, le surcroît de force que la mère doit dépenser pour sa locomotion aérienne durant l'allaitement de son petit s'explique facilement par l'énorme volume proportionnel des muscles dont l'action opère le vol, car les deux muscles grands pectoraux pèsent 3 grammes, ce qui fait presque le sixième du poids total de l'animal. Les autres muscles qui ont aussi pour fonction de servir au mouvement des bras, tels que les muscles petits pectoraux, deltoïdes et scapulaires, pèsent ensemble 4 grammes 30 centigrammes; de manière que les seuls muscles affectés au mouvement du vol s'élèvent à 7 grammes 30 centigrammes, ce qui fait beaucoup plus du tiers du poids total de l'individu.

» Je pense que tandis qu'elle vole, la mère ne s'occupe nullement de son petit, excepté peut-être lorsqu'il est un peu grand et qu'alors, comme nous l'avons dit, elle passe ses tarses postérieurs sous ses ailes. Cela explique pourquoi, durant ma première excursion, je trouvai bientôt un grand nombre de petits sur la terre, tandis que durant la seconde tous adhéraient fortement à leur mère. Dans la première circonstance ils étaient beaucoup plus jeunes, et, ayant moins la force de se cramponner, ils se détachaient facilement du corps de leur nourrice durant les brusques mouvements qu'elle opérait dans sa fuite; mais lors de ma seconde visite, ils adhéraient fortement à leur mère et n'en pouvaient être détachés que lorsqu'on employait beaucoup de force.

» Les chauve-souris de cette espèce ne paraissent pas avoir beaucoup d'affection pour leur progéniture, car lorsqu'elles sont capturées et que leur petit les gêne par ses mouvements, elles le mordent avec rage.

» Du reste, lorsque les chauve-souris sont en repos et accrochées aux voûtes des cavernes, le petit, très-probablement, est dans une situation différente et sans doute inverse pour que la tête soit en contact avec les mamelles; il ne prend la position que nous avons décrite que pendant le vol de la mère, à la surface de laquelle il se meut avec la plus grande facilité en s'accrochant à sa peau, à l'aide des griffes de ses pattes et de ses ailes. On en voit qui, durant que leur nourrice captive a les ailes étendues, passent au-dessous d'elle, montent derrière son dos et se fixent à volonté sur toute la périphérie de son tronc. Mais les mouvements du petit ne se font pas sans qu'il enfonce profondément ses ongles acérés dans la peau de sa mère, et la douleur de celle-ci se manifeste par ses cris ainsi que par les morsures qu'elle fait au jeune animal pour arrêter sa singulière pérégrination sur son corps. »

M. **Guyon**, ancien chirurgien en chef de l'armée d'Afrique, adresse une Note sur la *piqûre des scorpions de l'Algérie.*

« Nous ne possédons jusqu'à ce jour, dit l'auteur de la Note, aucun fait avéré de mort chez l'homme par suite de la piqûre des scorpions de l'Algérie; cependant les habitants des contrées du sud, depuis les Biskris à l'est jusqu'aux Mozabites à l'ouest, assurent que la piqûre de leurs scorpions, qui sont plus grands que ceux de la côte, est quelquefois suivie de la mort. Les scorpions, très-nombreux dans ces régions, comme l'a déjà fait remarquer Victor d'Utique, paraissent appartenir presque tous à une espèce voisine du *Scorpio occitanus*, dont elle n'est peut-être qu'une variété; d'autres, que j'ai reçus du même pays, appartenaient à l'espèce du *Scorpio maurus* (Hipp. Cloquet), et quelques-uns enfin à celle du grand Scorpion d'Afrique, *Scorpio afer.*

» Nous comptons, dans le nord de l'Algérie, quatre espèces de Scorpions, savoir : deux espèces européennes, le *Scorpio europœus* et le *Scorpio occitanus*, et deux espèces propres au pays, le *Scorpio maurus* et une petite espèce, de couleur noire, non encore décrite, à ce que je sache du moins. De ces quatre espèces, la plus répandue est le *Scorpio occitanus*, et c'est la seule dont j'aie pu jusqu'à présent observer la piqûre, qui s'est souvent présentée dans le cours des expéditions militaires auxquelles j'ai pris part en Algérie.

» Je rappelle, en passant, que c'est l'espèce dont s'est servi Maupertuis pour ses expériences, faites dans le midi de la France.

» Les accidents produits par la piqûre du *Scorpio occitanus*, en Algérie, se bornent toujours à des accidents locaux qui se dissipent ordinairement dans les vingt-quatre heures; il est rare qu'ils se prolongent au-delà. Les choses se passent de la même manière chez les animaux qui se rapprochent le plus de l'homme sous le rapport du volume, soit en plus, soit en moins. Mais il en est autrement chez les animaux d'un petit volume, tels que le chien, le chat, le lapin : là, aux accidents locaux viennent se joindre des accidents généraux qui peuvent devenir assez graves pour que la mort s'ensuive. Cette terminaison est fréquente chez les animaux d'un moindre volume encore que ces derniers, tels que la souris, l'allouette, le moineau ordinaire, et je viens d'en observer un nouvel exemple chez un cochon d'Inde que j'avais fait piquer par un scorpion non encore parvenu à tout son développement. »

Les détails de cette expérience, ainsi que la nécropsie du sujet, sont donnés dans la Note de M. Guyon. La mort eut lieu une demi-heure après la piqûre.

M. Guyon adresse également une Note sur le bouton d'Alep, *Habbat-el-Senna.*

« Le bouton d'Alep, dit l'auteur, peut attaquer les différents points de la surface du corps, mais il s'observe plus particulièrement à la face, et plus fréquemment sur le côté gauche que sur le côté droit. Il détruit profondément les parties où il établit son siége, ainsi que l'attestent les traces profondes et indélébiles qu'il laisse partout où il passé. Il n'est pas rare de rencontrer, en Syrie, des individus qui ont perdu, les uns les yeux, les autres les testicules, par suite du bouton d'Alep.

» Le vulgaire distingue la maladie en *mâle* et en *femelle* : elle est dite *mâle* lorsqu'il n'y a qu'un seul bouton; *femelle* lorsqu'il y en a plusieurs, ce qui est le cas le plus ordinaire. L'un de nos interprètes, M. M....., a connu une personne qui en avait, pour me servir de ses expressions, une quantité innombrable, disposés autour du corps, sous forme de ceinture.

» Le bouton d'Alep sévit sur les étrangers comme sur les indigènes, mais sur les premiers à un plus haut degré. Les indigènes l'ont le plus souvent à la face, et les étrangers sur les membres, où il affecte particulièrement le pourtour des articulations.

» Un très-court séjour dans le pays suffit pour y contracter la maladie.

Un officier supérieur d'artillerie, qui avait un commandement à Bone, en 1836, n'était que depuis deux mois à Bagdad lorsqu'il en fut atteint.

» La durée du bouton d'Alep est habituellement d'un an, ainsi que l'exprime le nom vulgaire qu'il porte dans le pays, *Habbat-el-Sana*, qui veut dire *bouton d'un an*. En général, la maladie fait des progrès, *croît*, comme on dit, pendant six mois; puis *décroît*, comme on dit encore, c'est-à-dire marche vers la guérison, pendant six autres mois.

» Le bouton d'Alep, ou le bouton d'un an, s'observe dans toute la Syrie et même au-delà. On s'accorde assez généralement, dans ces pays, à l'attribuer à la nature des eaux. A Alep on en accuse l'eau d'une fontaine dont la source est à deux lieues de la ville. D'ailleurs cette croyance ne paraît pas fondée, et, il faut le reconnaître, la véritable cause de l'endémie syrienne est à trouver. »

CHIMIE. — *Sur les acides chlorophénisique, chlorophénusique et chlorindoptique, par* M. A. LAURENT.

« Dans le dernier Mémoire que j'ai eu l'honneur d'envoyer à l'Académie, j'ai fait voir les singuliers rapports qui existent entre les deux séries du phényle et de l'indigo; j'ai surtout insisté sur l'analogie de mon acide chlorophénisique avec l'acide chlorindoptique de M. Erdmann. Ces deux corps se ressemblent au plus haut degré, et cependant l'analyse du premier se représente par $C^{26}Cl^{6}H^{4}O$, et celle du second par $C^{26}Cl^{6}H^{4}$. En traitant ce dernier par le chlore, M. Erdmann l'a converti en un nouveau corps qu'il a nommé acide chlorindoptique chloré, et dont la formule serait $C^{24}Cl^{10}$, formule qui représente l'acide chlorindoptique — 4 atomes d'hydrogène + 4 atomes de chlore. En reprenant ce sujet, je me suis assuré que l'acide de M. Erdmann n'est autre chose que mon acide chlorophénisique, et que l'acide chlorindoptique chloré devait se représenter par $C^{24}Cl^{10}O$; ce serait donc l'acide chlorophénusique de la série du phényle.

» J'apporte aujourd'hui un nouvel appui en faveur de cette idée, que les corps obtenus par substitution sont, en général, isomorphes avec ceux qui leur ont donné naissance. Je viens de m'assurer que les cristaux de l'acide chlorophénusique ont les mêmes angles que ceux des acides chlorophénisique, nitrophénésique, nitrophénisique, etc.

Sur un nouveau type de cristaux.

» Tous les cristaux connus jusqu'à ce jour peuvent se rapporter à six types ou systèmes qui sont : le cube, le rhomboèdre, et quatre prismes

droits ou obliques. En combinant trois axes de toutes les manières possibles, en faisant varier leur longueur relative et leur inclinaison, on tombe toujours sur un de ces six types, excepté dans le cas où les trois axes sont inégaux, inégalement inclinés, mais dont deux seulement sont perpendiculaires entre eux.

» Je viens de découvrir un nouveau corps, l'isatosulfite de potasse, dont les cristaux ne rentrent dans aucun des systèmes connus, et qui se rapportent au cas que je viens de mentionner; j'en envoie un échantillon. »

M. **Robison**, dans une Lettre adressée à M. *Flourens*, donne quelques explications relatives à la méthode de traitement employée par le docteur Turnbull dans certains cas de surdité.

« Je ne me rappelle pas exactement, dit M. Robison, les termes dont je me suis servi pour exprimer le degré de raréfaction de l'air qu'il convient d'obtenir au moyen de l'appareil pneumatique. Mais ce que j'ai voulu donner à entendre, c'est que cette raréfaction est celle qui suffirait pour faire monter, de 4 pouces dans un cas et de 8 dans l'autre, le mercure dans un tube vertical mis en communication par son extrémité supérieure avec l'appareil pneumatique et plongeant par l'autre dans un bain de mercure. On a, il est vrai, porté dans certains cas la raréfaction au double; mais habituellement il a suffi de la tenir dans les limites que j'indique ici. »

MM. **Flahaut** et **Noisette** adressent, pour prendre date, un Mémoire qui leur est commun et qui concerne diverses questions d'agriculture.

Ce Mémoire est réservé, à la demande des auteurs, pour être lu dans une des prochaines séances.

L'Académie reçoit deux Lettres sur des questions concernant la physique générale et le système du monde.

Ces Lettres, signées, l'une **de Los Llanos Montanos**, l'autre **Subotowiez**, ne paraissent pas de nature à fixer l'attention de l'Académie.

M. **Durand**, qui avait adressé dans la dernière séance une réclamation de priorité à l'occasion d'un Mémoire lu récemment à l'Académie par M. *Lamé*, envoie aujourd'hui divers opuscules imprimés qui lui paraissent pouvoir servir à établir ses droits.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen du Mémoire de M. Lamé.)

M. **Coste** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures.

F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 4, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; décembre 1841; in-8°.

Exercices d'Analyse et de Physique mathématique; par M. A. CAUCHY; tome II, 17e livraison; in-4°.

Essai de Statique chimique des Êtres organisés; Leçon professée par M. DUMAS; 2e édition, in-8°.

Annales des Mines; tome XX, 4e liv. de 1841, in-8°.

Administration des Douanes. — Tableau général du mouvement du Cabotage pendant l'année 1840, in-4°.

Traité élémentaire d'Anatomie générale descriptive et physiologique; par M. E. RAMBAUD; 1842, in-8°.

La Musique simplifiée dans sa théorie et dans son enseignement; par M. RUSSET; 1re partie, *Mélodie*; 2me partie, *Harmonie*; 2 vol. in-8°.

Mémoires de la Société Ethnologique; tome Ier, 1841, in-8°. Présenté par M. *Milne Edwards*, au nom de son frère....

Histoire ou origine des Foulahs, ou Fellans; par M. G.-D. ESCHTHAL. (Extrait des *Mémoires de la Société Ethnologique*.) In-8°. Présenté au nom de l'auteur par M. *Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire*.

Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Strasbourg; tome II, 2e livr. avec planches.

Code des Créations universelles et de la vie des Êtres; par M. DURAN; Bordeaux, 1841, in-8°.

Esquisse d'une théorie sur la Lumière; par le même; in-8°.

Rapport à S. E. le Ministre de l'Instruction publique sur l'organisation de la Médecine en Allemagne; par M. H. ROGER. (Extrait du *Moniteur universel*.) In-8°.

Rapport présenté à la Faculté de Médecine de Montpellier; par M. le professeur D'AMADOR, *relatif à une nouvelle condition pour le Doctorat*; 1841, in-4°.

Théorie des Centres d'attraction; par M. LOS LLANOS MONTANOS; 1841, in-12.

Médecine physiologique : sixième Lettre; par M. L.-F. BIGEON; in-8°.

Précis statistique sur le canton de Neuilly-en-Thelle, arrondissement de Senlis (Oise). (Extrait de l'*Annuaire* de 1842.) In-8°.

Précis statistique sur le canton de Noailles, arrondissement de Beauvais (Oise). (Extrait de l'*Annuaire* de 1842.) In-8°.

Mémoire sur les accidents qui peuvent succéder à l'ingestion des Boissons froides lorsque le corps est échauffé; par M. A. GUÉRARD, 1842, in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; 10e année, janvier 1842; in-8°.

Revue des Spécialités et des Innovations médicales et chirurgicales; janvier 1842, in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; janvier 1842, in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 janvier 1842; in-8°.

Archives de la Médecine belge; mai et août 1841, in-8°.

Conchologia.... *Conchyliologie systématique;* par M. LOVELL REEVE; Londres, in-4°.

Natural.... *Histoire naturelle de l'Homme; par* M. J.-C. TRUCHARD; Londres, 1842, 1re liv., in-8°.

The Geologist.... *Le Géologue, journal mensuel des recherches et découvertes relatives à la Géologie et à la Minéralogie, et les sciences qui s'y rattachent;* 1re liv., janvier 1842, in-8°.

The London.... *Journal de Botanique de Londres; publié par* M. W. F. HOOKER, directeur du Jardin botanique de Kew, n° 1; janvier 1842, in-8°.

The Edinburgh... *Nouveau Journal philosophique d'Édimbourg;* octobre 1841 à janvier 1842; in-8°.

Rendiconto.... *Compte rendu des Travaux de l'Institut de Meleto, depuis sa fondation jusqu'à la fin de* 1840; *par* M. RIDOLFI. (Extrait du *Giornale agrario Toscano;* n° 60.) Florence; in-8°. (M. de Gasparin est chargé de rendre un compte verbal de cet ouvrage.)

Delle difficolta.... *Des difficultés qui s'opposent à l'établissement des Observatoires météorologiques; par* M. A. BELLAIN; Milan, 1841; in-8°. (Extrait du *Giornale* dell' I. R. Istituto Lombardo di Scienze.)

Gazette médicale de Paris; 1842, n° 5.

Gazette des Hôpitaux; n° 11—13.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 239.

L'Echo du Monde savant; nos 699 et 700.

L'Examinateur médical; tome II, n° 5.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Réclamation de M. **Despretz** *contre un passage de la Lettre de* M. Magnus, *insérée dans le* Compte rendu *du* 24 *janvier* 1842, *p.* 169.

« Ce passage est ainsi conçu :

«...Car les écarts à cette loi (loi de Mariotte) se montrent non-seulement » près du point de condensation, mais à une pression qui est de quelques » atmosphères plus basse, comme MM. OErstedt et Despretz l'ont démontré » et comme l'auteur l'a trouvé en répétant leurs expériences. »

» Il serait sans doute fort honorable pour moi, de voir mon nom associé à celui d'un physicien aussi éminent que M. OErstedt; mais, dans cette occasion, l'association n'est pas juste.

» M. OErstedt a trouvé que, sous une pression de deux atmosphères, le gaz acide sulfureux se comprime tantôt plus, tantôt moins que l'air atmosphérique, et que c'est seulement dans le voisinage de la liquéfaction que le gaz se comprime constamment plus que l'air. (*Bulletin des Sciences* de M. Férussac, t. V, p. 333.)

» Mes expériences n'ont pas eu pour objet les anomalies qu'on doit

nécessairement observer près d'un changement d'état quelconque, mais la recherche des volumes d'une certaine masse de gaz, pendant tout le cours de la compression qu'elle supporte, depuis une atmosphère jusqu'à la réduction du gaz en liquide.

» J'ai pris pour terme de comparaison l'air atmosphérique, qui, d'après les expériences de MM. Arago et Dulong et d'après celles de MM. OErstedt et Suenson, obéit à la loi de Mariotte à toutes les pressions auxquelles on a pu expérimenter avec exactitude.

» Je citerai une de mes expériences. Le gaz hydrogène sulfuré (acide hydrosulfurique), qui ne se liquéfie que sous une pression de 18 atmosphères environ, présente déjà sous 2 atmosphères une plus grande compressibilité que l'air, c'est-à-dire que, pour une égale pression, il subit une plus forte diminution de volume. La différence existe dans le même sens pendant tout le cours de la compression jusqu'à la liquéfaction. Ici l'écart n'est point à une distance de quelques atmosphères de la liquéfaction, comme le dit M. Magnus, mais à une distance de 16 atmosphères.

» M. de Wrède a récemment constaté à Stockholm, dans le laboratoire de M. Berzélius, que l'acide carbonique s'écarte de la loi de Mariotte à peu de distance de la pression moyenne. Cependant le gaz ne prend l'état liquide que sous une pression de 36 atmosphères. Le savant suédois a même pu corriger la densité de l'acide carbonique prise par lui et qui était la même que celle qu'ont trouvée MM. Dumas et Boussingault, et arriver ainsi à un nombre pour le poids atomique du carbone, très-peu différent de celui que des expériences directes ont donné à MM. Dumas et Stas. Les expériences de M. Wrède fortifient encore le principe que j'ai cru pouvoir établir en 1827; savoir, que tous les gaz (l'azote, l'oxygène et l'hydrogène exceptés) sont plus compressibles que l'air depuis la pression ordinaire jusqu'à la pression de leur liquéfaction. La science sera même peut-être assez avancée un jour pour montrer que l'air et les trois gaz cités ne suivent pas la loi de Mariotte; mais les écarts présentés par ces derniers gaz seront nécessairement très-petits et au-dessous des erreurs des observations d'aujourd'hui. »

« M. Dumas demande à l'Académie de vouloir bien compléter la Commission chargée de l'examen du Mémoire de M. *Valenciennes* et de celui du travail de M. *Lamare-Picquot*. Jusqu'ici, cette Commission composée de deux membres, MM. Edwards et Dumas, pouvait suffire à l'objet pour lequel elle était formée.

» Mais les remarques de M. Duméril auront peut-être pour résultat d'engager la Commission à élargir la base de la discussion.

» Il s'agit, en effet, d'étudier un point de physiologie du plus haut intérêt, car il serait permis de conclure des observations de MM. Lamare-Picquot et Valenciennes, que certains animaux à sang froid peuvent, en des circonstances déterminées, devenir des animaux à sang chaud; de même que certains animaux à sang chaud, les animaux hybernants, deviennent, dans des circonstances données, de véritables animaux à sang froid.

» Il s'agit donc d'éclairer ce point de physiologie et de s'assurer, si de même que quelques animaux à sang chaud peuvent perdre en grande partie la faculté de produire de la chaleur et supporter un abaissement de température sans périr, quelques animaux à sang froid pourraient produire et supporter une élévation de température égale à celle des oiseaux sans que leur vie fût en danger.

» Cette question exigera de nouvelles recherches, et nous venons, M. Edwards et moi, vous proposer d'augmenter le nombre des commissaires. »

MM. Flourens, Becquerel, Breschet, Regnault, sont adjoints à la Commission.

« M. **Flourens**, à cette occasion, annonce qu'il a fait, il y a déjà plusieurs mois, en commun avec M. Becquerel, des expériences sur la température des animaux à sang froid.

» Ces expériences ont été faites sur plusieurs reptiles, sur des lézards, des serpents, des batraciens, etc., sur plusieurs insectes, sur des poissons.

» La température a été prise, sur tous ces animaux, par deux moyens comparés : savoir, l'appareil thermo-électrique de M. Becquerel, et un thermomètre très-délicat, en sorte qu'on peut regarder les résultats obtenus comme étant d'une grande exactitude.

» Le résultat le plus général de ces expériences est que les animaux, dits *à sang froid*, ont une température propre ou supérieure à la température extérieure, du moins quand celle-ci est basse, en sorte qu'en réalité ils sont animaux à sang chaud : seulement ils le sont à un degré beaucoup plus faible que les animaux proprement dits à sang chaud.

» La température des lézards est plus élevée que celle des batraciens, etc. On trouve même une différence de température sur le même animal, selon qu'on explore telle ou telle région du corps.

» Par exemple, la température, prise sur une couleuvre, est sensiblement plus élevée près du cœur que dans la région de la queue.

» M. Flourens ajoute que M. Becquerel a rédigé depuis longtemps la partie physique de ce travail. M. Flourens va s'empresser d'en rédiger la partie physiologique et de présenter le travail entier à l'Académie. »

« M. **Duméril** déclare qu'il a traité, dans son ouvrage sur l'Erpétologie, les questions relatives à la température propre des reptiles et à leur engourdissement par le froid et par la chaleur, en exposant toutes les circonstances anatomiques et physiologiques qui expliquent ces phénomènes et qui sont liées aux modes de la circulation et de la respiration de ces animaux ; mais il ne croit pas que ce soit aujourd'hui l'occasion d'en entretenir l'Académie. »

M. **Warden** fait hommage à l'Académie du 17e volume de l'*Art de vérifier les Dates*, contenant la description de quatre des États de l'Union, la Louisiane, la Virginie, le Massachussets et le Maine, depuis leur première découverte jusqu'à l'établissement de la constitution dans chacun d'eux.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'une Commission pour le prix extraordinaire concernant l'*application de la vapeur à la navigation*.

Cette Commission doit être composée de cinq membres. MM. Poncelet, Dupin, Séguier, Arago, Coriolis réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, également par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq membres qui sera chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le *prix de Mécanique* de la fondation Montyon.

Commissaires, MM. Piobert, Séguier, Poncelet, Coriolis, Dupin.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur l'appréciation de la myotomie appliquée au traitement des déviations latérales de l'épine dorsale; par* M. **Bouvier**.

(Commission nommée pour un premier Mémoire de l'auteur sur le même sujet.)

« Les faits et les considérations contenus dans ce travail peuvent, dit l'auteur, se résumer comme il suit :

» 1°. La contracture des muscles du dos est une affection rare, tout à fait distincte de la déviation latérale de l'épine qui produit la gibbosité;

» 2°. Celle-ci diffère anatomiquement des difformités par contracture, en ce qu'elle consiste, dès le principe, en une déformation des vertèbres et des disques intervertébraux, et non en une inflexion articulaire due au raccourcissement de certains muscles;

» 3°. La déviation de l'épine qui produit la gibbosité ne résiste pas au redressement en vertu de la brièveté des muscles du dos qui, à l'état de relâchement, ne se montrent ni tendus, ni résistants pendant les efforts exercés sur les courbures;

» 4°. La section de ces muscles sur le cadavre n'influe en aucune manière sur le redressement de la déviation, tandis que la section des ligaments permet d'effacer les courbures malgré la présence des muscles;

» 5°. Les déviations rachidiennes qui produisent les gibbosités ne se développent pas sous l'influence des mêmes causes que les difformités par contracture;

» 6°. Les lésions nerveuses ou musculaires, qui amènent ces déviations dans certains cas, agissent en changeant les conditions du développement du rachis, et non en donnant lieu à une rétraction permanente de ses muscles;

» 7°. Les irrégularités de l'action des muscles qui concourent, dans ces circonstances et dans d'autres, à la déformation de l'épine, n'ont rien de commun avec les contractures musculaires;

» 8°. L'expérimentation clinique fait voir que la section des muscles du dos est tout à fait sans influence sur le redressement de la courbure latérale de l'épine qui produit la gibbosité, et que tout le résultat obtenu doit être mis sur le compte du traitement mécanique consécutif;

» 9°. D'après tout ce qui précède, la myotomie n'est point applicable au traitement de ce genre de difformité. »

M. **Rozet** présente un supplément à son « *Mémoire sur quelques irrégularités de la structure du globe terrestre.* »

Dans ce Mémoire, M. Rozet examine quelle différence il y a, sur le réseau de triangles dont la France est couverte, entre les latitudes géodésiques et astronomiques. Il recherche quelle a pû être la cause géologique de ces inégalités, et en tire diverses conséquences sur la constitution physique du globe.

L'auteur imagine aussi avoir trouvé, dans ces irrégularités de forme, la

cause des hauteurs inégales que marque le baromètre dans différents lieux de la terre.

(Commission précédemment nommée.)

M. **Papadopoulo Vreto** lit une Note sur la manière de fabriquer l'espèce de cuirasse en feutre de lin qu'il désigne sous le nom de *Pilima*. Il s'efforce de prouver que l'emploi de ce feutre pourrait aussi être fait avec succès à bord des vaisseaux de guerre; enfin il cite différents passages des auteurs anciens qui montrent qu'avant l'invention des armes à feu plusieurs hommes de guerre ont eu l'idée de substituer au fer, dans la fabrication des armes défensives, une sorte de feutre, soit en lin, soit en laine.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur le gisement de la houille dans le bassin de Saône-et-Loire; par* M. **Am. Burat.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Élie de Beaumont, Ad. Brongniart, Dufrénoy.)

« Le but de ce Mémoire est de signaler les formes toutes spéciales affectées par les gisements de houille du bassin de Saône-et-Loire. Ces formes diffèrent tout à fait du gisement en couches stratifiées qui est ordinairement attribué à la houille; elles dépassent en épaisseur toutes les puissances des couches connues, mais sont aussi moins continues que partout ailleurs dans le sens de la direction et de l'inclinaison : enfin elles se confondent quelquefois avec le gisement en amas.

» Les recherches de houille doivent donc, en ce cas, suivre d'autres indications que celles de la stratification et n'être entreprises qu'après s'être formé une idée aussi exacte que possible de la forme des bassins où se trouve la houille. Ces bassins paraissent subordonnés au bassin principal qui les renferme et lui être semblables, c'est-à-dire avoir la même direction, et à peu de choses près la même proportion entre les axes, en tenant compte de l'inclinaison des couches.

» Quelques considérations relatives à la composition des houilles du

bassin de Saône-et-Loire peuvent expliquer ces formes particulières, en précisant le mode de génération de la houille. Il n'y a qu'un seul type de houille subdivisible en deux variétés : cette houille type est mélangée d'argile ordinairement disposée en filets déliés, suivant le sens de la stratification, et en analysant cette structure on est conduit à supposer que les houilles ont été formées par une végétation sur place, détruite périodiquement par des élévations du niveau des eaux.

» Les houillères auraient donc été des plaines basses, dont la végétation probablement annuelle était détruite par des inondations périodiques. Cette hypothèse s'adapte encore aux détails de forme des amas et des couches du bassin; enfin elle est confirmée par les débris de végétaux fossiles que l'on trouve dans les houilles rayées, lorsqu'on obtient les cassures dans les veines schisteuses qui alternent avec celles de houille pure. Ces végétaux en place sont petits, et diffèrent par leurs dimensions des végétaux charriés dont les impressions se trouvent dans les grès et les schistes. Enfin, cette hypothèse permet encore de discuter les formes probables de ces plaines ou vallées dans lesquelles se formait la houille, et d'arriver à des conclusions utiles pour l'exploitation et les recherches. »

GÉOLOGIE. — *Études sur la formation crétacée des versants sud-ouest et nord-ouest du plateau central de la France; par* M. D'ARCHIAC.

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Cordier, Élie de Beaumont.)

« Ces recherches, dit l'auteur, font suite à celles que j'ai publiées en 1836 et en 1839, sur la formation crétacée en France; elles ont pour objet principal de limiter plus exactement que je n'avais pu le faire, à l'époque de mes premières publications, les divers étages que j'avais reconnus dans cette formation, de préciser leur position relative, et enfin de déterminer les analogies et les différences que présentent ces deux systèmes de dépôts contemporains.

» Mon Mémoire se divise naturellement en deux parties.

» Dans la première je traite successivement des divers étages de la formation crétacée qui s'appuient contre le versant sud-ouest du plateau central; je compare, d'une manière détaillée, leurs caractères pétrographiques et, d'une manière plus générale, leurs caractères paléontologiques; je recherche s'il existe un système de couches qui, sous le rapport zoologique, puisse être assimilé au groupe inférieur (néocomien ou véal-

dien), puis je signale les failles et les soulèvements partiels qui, sur certains points, ont dérangé la position de ces couches.

» Dans la seconde j'examine sous le même point de vue la zone crayeuse du nord et du nord-ouest. Je mets en parallèle les divisions que j'y établis avec celles de la zone sud-ouest, tant sous le rapport de la puissance et de la position relative des couches que sous ceux des caractères pétrographiques et paléontologiques. Et enfin, du résultat de ces comparaisons, j'essaye de déduire quelques considérations générales sur les circonstances qui ont pu donner lieu à des différences aussi remarquables entre les deux zones d'une même formation, prises à des distances aussi rapprochées et sous le même méridien. »

M. le Dr Schenck adresse, pour le concours *extraordinaire concernant la vaccine*, un Mémoire écrit en allemand.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Chrétien présente une Note sur un composé qu'il désigne sous le nom d'*Oropholite*, destiné à préserver des effets de l'humidité. L'oropholite peut être disposée sous forme de lames, et dans cet état elle présente une souplesse suffisante pour pouvoir être employée dans les cas où l'on emploie d'ordinaire le plomb ou le zinc laminé; ainsi elle est propre, suivant l'auteur, à être employée à la couverture des toits et au doublage des bassins en maçonnerie destinés à contenir de l'eau; elle peut être substituée au dallage en pierre ou en brique; enfin, appliquée comme enduit sur les murs humides des rez-de-chaussée, elle s'oppose à tout suintement.

(Commissaires, MM. d'Arcet, Pelouze, Pelletier.)

M. Vallé prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de l'examen d'un procédé qu'il a imaginé pour empêcher que, dans les tableaux à l'huile, l'enduit ne se fendille ou ne se détache par écailles, comme il arrive trop fréquemment aujourd'hui par suite de la décomposition plus ou moins rapide des matières dont on sert pour l'encollage.

(Commissaires, MM. de Silvestre, Dumas, Pelouze.)

M. Dumoutier, chirurgien attaché à l'expédition de *l'Astrolabe* et de *la Zélée*, met sous les yeux de l'Académie les résultats des premiers essais qui

ont été faits pour reproduire, par la lithographie, les pièces de la collection anthropologique qui a été formée par ses soins dans le cours de ce voyage.

Les têtes représentées sont de grandeur demi-nature; pour assurer la justesse des contours, si importante en pareil cas, M. Dumoutier a imaginé d'obtenir d'abord par les procédés photographiques l'image des têtes moulées qu'il a rapportées. Le calque de l'image daguerrienne est ensuite transporté sur la pierre, et le lithographe, qui n'a plus à s'occuper du trait, dont l'exactitude lui est garantie, éprouve peu de difficulté à terminer la copie du dessin sur plaqué qui lui sert de modèle.

(Commissaires, MM. de Blainville, Ad. Brongniart, Milne Edwards.)

M. Muti adresse un Mémoire ayant pour titre: *Fragments cosmologiques*. Dans ce Mémoire, l'auteur s'occupe principalement des causes qui ont produit les grandes inégalités que l'on remarque à la surface du globe terrestre, causes qu'il croit différentes de celles qu'ont indiquées les géologues qui se sont occupés de cette question.

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

M. Lenseigne présente une Note intitulée: *Composition chimique de l'azote et simplicité élémentaire de l'acide sulfurique et de l'ammoniaque*.

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Berthier, Dumas.)

CORRESPONDANCE.

Puits foré de l'abattoir de Grenelle.

M. Arago demande la parole et s'exprime à peu près en ces termes:

« M. le Préfet de la Seine a nommé une Commission qui doit s'entendre avec M. Mulot, sur les précautions à prendre pour le tubage définitif du puits foré de Grenelle. Cette Commission est composée de MM. Al. Brongniart, Poncelet, Élie de Beaumont, membres de l'Académie; de MM. Galis, Lenquetin, Sanson-Davilliers, Arago, membres du Conseil municipal; de MM. Mary, Lefort, ingénieurs de la ville; de M. Trémisot, chef de bureau.

» Dans sa réunion d'hier, cette Commission a appris avec étonnement

qu'une partie du public s'étant laissé tromper par des articles vraiment incroyables qui ont été insérés dans certains journaux, manifeste des préoccupations sur de prétendues catastrophes dont ce grand travail menacerait divers quartiers de la capitale. Il n'a fallu rien moins que cela pour décider la Commission à donner à un de ses membres la mission de réduire au néant des allégations sans base réelle, quelquefois burlesques, et qui, en vérité, ne semblaient pas mériter une réfutation sérieuse.

» On a écrit, on a imprimé : *La question se complique de plus en plus ; elle s'embrouille. — On est dans un ordre de phénomènes ignorés et il est difficile de prévoir comment on en sortira. — En dépit de toutes les prévisions et de tous les calculs scientifiques, on ne sait pas d'où vient l'eau. — Le puits de Grenelle paraît destiné à déjouer toutes les combinaisons de la science et à résister aux procédés les plus ingénieux de l'art. — Il ne s'agit de rien moins, entre autres suppositions plus ou moins probables, plus ou moins absurdes que l'on pourrait faire, que de savoir s'il y a réellement danger qu'un vaste et profond éboulement ne s'opère par suite du creusement des eaux dans les sables, ou de voir un beau matin les eaux de la Seine s'infiltrer par quelque fissure et disparaître dans ce gouffre; et s'il arrivait que la prudence exigeât que l'on mît obstacle à l'écoulement des eaux, que l'on fermât le puits de Grenelle, comme il en a été sérieusement question, quel serait le meilleur moyen d'arrêter cette colonne d'eau, dont le courant est capable de surmonter de puissants obstacles?*

» Rien de plus facile que de répondre à cette inqualifiable série d'assertions. J'en suis vraiment peiné, mais je serai forcé, même sur les points de fait, de procéder par des dénégations formelles, catégoriques.

» La question, loin d'être obscure, est d'une telle clarté, que les divagations répétées de certains écrivains ne sont pas parvenues à l'*embrouiller*.

» Les prévisions de la science, quant à l'ordre de superposition des couches de diverse nature dont le terrain se compose, quant à la température du liquide, à la force ascensionnelle du courant, se sont admirablement vérifiées.

» *On sait parfaitement d'où vient l'eau.* Pour le découvrir il fallait simplement se livrer à une étude géologique des régions qui entourent le bassin de Paris; il fallait chercher sur quels points la couche de sable perméable, inférieure à la craie, se présente à la surface du sol par sa tranche, sur quels points elle peut recevoir les eaux pluviales et leur ouvrir en quelque sorte la voie pour pénétrer dans les entrailles de la terre.

Il n'y avait là ni matière à prévision, ni surtout matière à *calculs scientifiques ;* à ce sujet, aucune science, aucun géomètre n'ont eu à éprouver le plus léger *dépit*.

» Jamais les personnes appelées à donner un avis sur les travaux du puits de Grenelle n'ont conçu, ni de loin, ni de près, la pensée de le fermer. En supposant qu'une idée si absurde leur fût venue, on va voir que *le moyen d'arrêter* l'eau les aurait peu embarrassés; qu'ils n'auraient pas eu besoin pour cela de recourir aux *combinaisons de la science et aux procédés les plus ingénieux de l'art*. Leur méthode eût simplement consisté à faire placer sur le trou une pierre pesant 1000 kilogrammes ou 10 quintaux métriques : une pierre du poids d'un mètre cube d'eau aurait amplement suffi.

» Qu'on nous montre donc les combinaisons de la science que les travaux de Grenelle ont déjouées. Partout où le sondeur a percé la craie, les eaux jaillissantes sont d'abord venues au jour, troubles, chargées de sable et de glaise. Il a toujours fallu un certain temps pour qu'elles s'éclaircissent. A Paris ce temps a dû être plus long, à cause de l'extrême abondance de la source. Lorsque M. Mulot commença à faire descendre dans le trou une grande colonne de tuyaux en cuivre, l'eau n'était pas encore limpide. On pouvait, cependant, espérer que son écoulement continuerait à s'effectuer librement, aussi bien par l'intérieur de la colonne de tuyaux en question, que par l'espace annulaire compris entre les parois extérieures de cette colonne et les tubes de retenue. En cela, et en cela seulement, on a commis une erreur : l'espace annulaire s'est engorgé; les pressions intérieures et extérieures ne se sont plus trouvées dans des conditions *nécessaires* d'égalité, ou de presque égalité; il est arrivé un moment où la pression de dehors en dedans a surpassé la pression en sens inverse, et le tuyau s'est écrasé.

» On sait aujourd'hui, d'après une expérience directe faite à la presse hydraulique, quel a dû être l'excès de la pression extérieure sur la pression intérieure pour produire les déformations que les tuyaux de cuivre ont éprouvées. Cet excès est de *dix* atmosphères seulement. Les tuyaux en tôle de fer qu'on se propose de substituer aux anciens tuyaux en cuivre, ont parfaitement résisté, de dehors en dedans et de dedans en dehors, à des pressions de *soixante-dix* atmosphères.

» Venons à l'éboulement dont on menace la ville de Paris tout entière, et, au premier rang, l'Hôtel des Invalides, l'École militaire, le faubourg Saint-Germain.

» Les eaux entraînent, dit-on, des quantités *prodigieuses* de sable et de

glaise. Le mot *prodigieux* est trop vague pour qu'il soit opportun de s'y arrêter : on en restreindrait évidemment la portée suivant le besoin. Je dirai seulement que le *cube total* des matières déposées par les eaux jaillissantes, dans les égouts de l'abbatoir, depuis l'ouverture du puits, n'a pas été aussi considérable qu'on se l'imagine; que le trouble de ces eaux s'est constamment accru, pendant le travail des sondeurs, à toutes les époques de changement de régime; qu'enfin, lorsque le travail était interrompu, l'eau sortait parfaitement limpide durant des semaines entières.

» Suivant toute probabilité, les eaux se dirigent vers l'ouverture inférieure du trou foré, par des rigoles nombreuses et étroites, par de véritables galeries (comme celles des mines), creusées dans la couche de glaise interposée entre l'épaisse masse de craie supérieure et les sables aquifères inférieurs. Les parois de ces galeries sont plus ou moins attaquées par les eaux qui les parcourent; tout ce que le liquide tient en suspension vient au jour; les parties plus massives restent au fond, sont roulées et s'arrêtent dans les environs du trou. C'est ainsi qu'il s'y est déjà formé une sorte de monticule, un enrochement, composé, en grande partie, de rognons de pyrite. La sonde a montré que l'enrochement s'élève jusqu'à l'extrémité inférieure du tube de retenue le plus profond. Il y a loin de là, comme chacun voit, au gouffre énorme, menaçant, qu'on présente comme un épouvantail à l'imagination des personnes timides.

» Poussons les concessions à l'extrême. Admettons qu'il existe un gouffre sous l'abattoir de Grenelle; qu'en résultera-t-il?

» Dira-t-on que la masse de craie y tombera? Je ferai remarquer alors que le ciel crayeux de la caverne foisonnerait beaucoup en se précipitant, en se brisant, comme le font toutes les roches dans les circonstances analogues. Or la hauteur de la caverne ne saurait surpasser l'épaisseur très-bornée de la couche de glaise, la distance comprise entre la surface inférieure de la craie et le sable; ainsi cette caverne serait bientôt totalement remplie par les fragments de craie amoncelés, et le mouvement souterrain deviendrait insensible à la surface.

» J'ajoute maintenant que la craie ne tomberait pas.

» La manière dont s'engendrent des décharges dans les matières amoncelées, a été l'objet de savants calculs et d'expériences ingénieuses. Tout le monde a vu dans les cours de physique une coquille d'œuf, placée au fond d'un tube, rester intacte sous la *pression apparente* d'une longue colonne de sable. Les mots : *pression apparente* expliquent le phéno-

mène. La pression effective n'est pas mesurée ici par la colonne entière, comme s'il s'agissait d'un liquide : les grains de sable s'arc-boutent et portent leur principal effort sur les parois du tube.

» L'expérience en miniature que je viens de rappeler, a été suivie des épreuves très-en grand de MM. les capitaines du génie Moreau et Niel. Ces officiers distingués ont trouvé que la pression exercée à la surface supérieure d'une forte masse de sable renfermée dans une caisse prismatique, ne se transmet presque pas au fond. M. Poncelet, enfin, attaquant la question avec son bonheur ordinaire, à l'aide de l'analyse, a constaté qu'une colonne carrée de sable coulant, de 4 mètres de côté, ne descend pas le long des quatre faces immobiles qui la contiennent, dès que son épaisseur est de 20 à 24 mètres, et que tout accroissement de cette épaisseur rendrait la stabilité plus grande. Si dans ces calculs on substituait 400 mètres de craie compacte à quelques mètres de sable coulant, on trouverait, pour les dimensions de la caverne susceptible de s'ébouler, des nombres tellement énormes que les esprits les plus timides en seraient complétement rassurés.

» Ce que nous venons de dire explique comment se soutiennent les ciels de tant de grottes décrites par les voyageurs, et qui, en apparence, supportent le poids de montagnes immenses. Les canaux souterrains par lesquels arrivent au jour les eaux si abondantes de la fontaine de Vaucluse, du lac de Zircknitz, de plusieurs fleuves de la Carniole, etc., se trouvent dans les mêmes conditions.

» Au surplus, sans recourir à l'analogie, on peut *prouver* que la craie au-dessous de Paris, se soutient comme nous venons de le dire, et qu'elle ne presse pas de tout son poids sur les eaux inférieures qui alimentent le puits.

» En effet, le poids d'une colonne de 500 mètres de craie est équivalent à la pression d'une colonne d'eau de plus de 1000 mètres. Si la craie reposait sur la nappe liquide inférieure, la colonne ascensionnelle contenue dans un tube vertical monterait, par cette seule cause, à une hauteur de 1000^{m} au-dessus du niveau de la nappe, c'est-à-dire, à environ 500 mètres au-dessus du sol. Je n'ai pas besoin d'ajouter que ce résultat est de beaucoup supérieur à la puissance ascensionnelle de l'eau que fournit notre puits foré.

» Dans l'hypothèse que nous venons de discuter, la nappe inférieure serait refoulée par la pression de la craie, vers la région où les couches de sables aquifères se présentent par la tranche à la surface du sol; or, comme

ces régions sont loin d'être à 500 mètres au-dessus du niveau de Paris, elles deviendraient inévitablement des lacs. Les alarmistes avaient donc en ce point montré de la réserve. Il faut les remercier de s'être bornés dans leurs rêveries à ne menacer que les habitants de la capitale.

» En finissant, je ne sais vraiment comment relever la plus incroyable de toutes les suppositions qu'on ait faites : celle que les eaux de la Seine pourraient *un beau matin s'infiltrer par quelque fissure et disparaître dans le gouffre*. Nous étions accoutumés jusqu'ici à regarder comme un principe incontestable de mécanique, que le plus fort l'emportait sur le plus faible; et voilà cependant que l'eau venant du fond du puits de Grenelle, dont la force ascensionnelle, quand elle arrive à la surface, est au moins de 26 mètres, se laisserait vaincre et refouler par une faible colonne de 4 à 5 mètres. Il serait malheureux qu'à une époque tant célébrée pour la diffusion des lumières, la crainte de perdre ainsi la Seine eût tenu, même la plus petite place, dans les préoccupations qui ont rendu ces explications indispensables. »

M. **Arago**, comme il s'y était engagé, rend compte des faits contenus dans les deux Mémoires de M. *Dove*, dont il a été question dans l'avant-dernière séance. Il annonce, au surplus, que d'après le désir de l'auteur, le Mémoire lui-même paraîtra prochainement dans les *Annales de Physique et de Chimie*.

M. **de Ruolz** adresse quelques remarques relatives à une communication récente de M. *Sorel*. « Cette Note, dit l'auteur de la lettre, contient deux allégations que l'Académie nous permettra sans doute de rectifier.

» 1°. M. *Sorel* avance que *les liqueurs qu'il emploie sont plus économiques que les nôtres*. A cela nous n'avons qu'une chose à répondre, c'est que nos dissolutions ne se trouvent décrites jusqu'ici que dans des brevets non publiés. M. Sorel ne peut les connaître. La Commission jugera cette question.

» 2°. *La couleur de son zincage est beaucoup plus blanche que la nôtre.*

» A cela nous répondrons qu'il dépend entièrement de nous de donner au zincage une couleur plus ou moins claire, mais que jusqu'à ce que l'expérience ait prononcé à cet égard, nous croyons devoir préférer la nuance plus foncée. En effet, la couleur blanche s'obtient généralement par l'action d'un courant très-fort sur un liquide très-concentré. Plus l'action est

brusque, plus la nuance est claire; or la Commission a déjà reconnu que dans toutes ces précipitations métalliques, la rapidité est toujours en raison inverse de l'adhérence, seul point vraiment important, si l'on considère la nature des applications dont le zincage est susceptible. D'ailleurs la couleur, au sortir du bain, a peu d'importance; car on sait que la superposition du zinc sur le fer a pour résultat, en préservant galvaniquement ce dernier, de déterminer une transformation rapide de la surface du zinc en sous-oxyde d'un gris noirâtre, oxydation utile, en ce que cet oxyde, beaucoup moins attaquable par l'air et les divers agents chimiques que le zinc lui-même, cuirasse en quelque sorte la couche de zinc contre une oxidation ultérieure.

» Nous avons l'honneur d'adresser à l'Académie :

» 1°. Un grand nombre d'échantillons obtenus par onze dissolutions différentes et offrant diverses nuances, depuis les plus blanches jusqu'aux plus foncées ;

» 2°. Un paquet cacheté destiné à la Commission, et contenant par ordre de numéros correspondants, la description des onze liqueurs à l'aide desquelles chaque échantillon a été obtenu; la Commission pourra en comparer les prix de revient avec ceux des liqueurs employées par M. Sorel. »

L'Académie accepte le dépôt du *paquet cacheté* adressé par M. de Ruolz.

M. **Bisson**, qui avait déjà présenté à l'Académie divers produits photographiques fort remarquables, et qui a été chargé de l'exécution des images daguerriennes d'après lesquelles ont été faites les têtes lithographiées présentées par M. Dumoutier, adresse aujourd'hui de nouvelles épreuves photographiques dont la couleur, différente de celle que présentent les épreuves obtenues par le procédé ordinaire, paraît devoir dans certains cas être préférée, comme donnant aux dessins un aspect plus agréable. Ce résultat s'obtient en plaçant dans la coupe qui contient le mercure, un peu d'iode à l'état de solution alcoolique: l'iode et le mercure se vaporisent à la fois et donnent à l'image, restée jusque-là invisible, la coloration désirée.

M. **Girard**, qui avait présenté dans la séance du 24 janvier un Mémoire sur une *écluse à siphon alternatif*, prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires qui seront chargés de l'examen de ce travail.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. le **Maire de Lyon** prie l'Académie de vouloir bien lui faire donner communication des résultats de l'analyse qui a été faite des eaux de la Garonne par une Commission de l'Académie; la connaissance de ces résultats pouvant éclairer l'administration municipale dans un projet dont elle s'occupe en ce moment et qui a rapport à la *distribution de l'eau dans la ville de Lyon.*

M. **Leymerie** adresse une lettre relative au grand problème des quarantaines, à celui de la gélatine et à diverses autres questions.

La séance est levée à cinq heures. A.

ERRATUM. (Séance du 31 janvier 1842.)

Page 237, ligne 17, *Histoire naturelle de l'homme;* par M. J.-C. Truchard, *lisez* par M. Prichard.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; [1]er semestre 1842, n° 5, in-4°.

L'Art de vérifier les Dates depuis 1770 jusqu'à nos jours; publié par M. le [M]arquis DE FORTIA; tome XVII (suite de la Chronologie historique de [l']Amérique rédigée par M. Warden); in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; 2e série, tome XVI; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; 27e année, janvier 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; Tables de 1841; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; janvier 1842; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; février 1842; in-8°.

Annales des Sciences géologiques; par M. RIVIÈRE; 1re année, n° 1.

Atlas des Phénomènes célestes, donnant le tracé des mouvements apparents des [P]lanètes, à l'usage des Observateurs; par M. DIEN; 2e année, 1842; in-8°.

Dualisme multiple de l'organisation et de ses antagonismes dans l'Homme et le [R]ègne animal; par M. J.-J. VIREY; in-8°.

Mémoires sur les Guanches; par M. SABIN BERTHELOT. (Extrait des *Mé[m]oires de la Société ethnologique.*) In-8°.

Mémoire sur les travaux de la Société de Géographie de Paris; par le même. [(]Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie.*) In-8°.

Paléontologie française; 36e livr., in-8°.

Paléontologie française. — Terrains jurassiques; 1re livr.; in-8°.

Revue zoologique; 1842; n° 1; in-8°.

Journal des Haras, des Chasses, des Courses de chevaux; février 1842; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; février [1]842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; février 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; n° 1; janvier 1842; in-8°.

Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève. — Archives de l'Électri[c]ité; n° 3; janvier 1842; in-8°.

Expériences sur la force et sur l'élasticité des Fils de fer; par M. IGN. GIULIO. [(]Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Turin.*) Turin, 1840; in-4°.

Sur la torsion des Fils métalliques et sur l'élasticité des ressorts en hélices
le même; Turin, 1841; in-4°.

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Scienc*
Berlin et destinés à la publication; août à novembre 1841; in-8°.

Erster... *Première addition au Traité du Galvanisme, considéré s*
rapport thérapeutique; par M. le Dr G. CRUSELL; Saint-Pétersbourg, 1
in-8°.

Il Filocamo; tome II, n° 1er; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 6.

Gazette des Hôpitaux; n° 14—16; *et Table des Matières de* 1841.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 24.

L'Echo du Monde savant; nos 701 et 702.

L'Examinateur médical; n° 6.

Revue de Rouen et de la Normandie; 10e *année.* (Prospectus.)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

TÉRATOLOGIE. — *Note sur un agneau acéphalien, et remarques sur la fréquente répétition des mêmes types parmi les monstres; par* M. ISIDORE GEOFFROY-SAINT-HILAIRE.

« Les progrès qu'a faits depuis vingt-cinq années la tératologie, et auxquels quatre des membres actuels de l'Académie ont contribué par de nombreux travaux, se résument, au point de vue le plus général, dans la notion de la régularité des êtres dits anomaux. Il n'est plus permis de douter aujourd'hui que l'organisation de ces êtres si longtemps considérés comme de simples jeux de la nature, soit soumise, aussi bien que celle des êtres normaux, à des règles fixes, à des lois, dont plusieurs sont dès à présent rigoureusement déterminées. Il existe donc des lois tératologiques aussi bien que des lois zoologiques; et ces deux ordres de lois concordent parfaitement entre eux, chaque loi tératologique ayant sa correspondante parmi les lois de l'organisation normale. A vrai dire même, et lorsqu'on sait se placer dans la comparaison à un point de vue suffisamment élevé, il n'y a point de lois spécialement zoologiques, point de lois

spécialement tératologiques. Les unes et les autres, quel que soit le degré de leur généralité, rentrent toujours, comme cas particuliers, dans des lois plus générales encore, applicables à toutes les formes de l'organisation animale (1).

» De la notion générale de la régularité des êtres anomaux, se déduit immédiatement un corollaire important : la réduction des anomalies à un nombre limité de types.

» Si la production des anomalies n'était soumise à aucune loi, si elle ne devait se renfermer entre certaines limites déjà déterminées ou déterminables dans l'avenir, il est évident que les faits tératologiques varieraient à l'infini. Les nombreuses naissances d'êtres anomaux qui ont lieu chaque année, devraient sans cesse mettre sous les yeux des observateurs des formes inconnues, des types nouveaux : chaque monstre devrait avoir en quelque sorte ses caractères propres; caractères purement individuels, et dont l'étude, en accroissant indéfiniment le catalogue des êtres anomaux, pourrait satisfaire une vaine et stérile curiosité, mais ne saurait conduire à aucune conséquence utile et véritablement scientifique.

» Si, au contraire, les variations tératologiques sont, aussi bien que les variations zoologiques, soumises à des lois et circonscrites dans des limites précises, les déviations, bien loin d'être variables à l'infini, doivent se renfermer dans un cercle, en dehors duquel des anomalies plus ou moins bizarres ont pu être conçues par l'imagination des anciens tératologues, mais ne se sont jamais présentées à l'observation.

» Un certain nombre de types peut seul se produire, parce qu'il n'est qu'un certain nombre de types dont l'existence soit compatible avec les lois des formations anomales; lois qui, au fond, et considérées d'un point de vue suffisamment élevé, se confondent, comme je l'ai rappelé, avec les lois générales de l'organisation. Les êtres anomaux qui se produisent chaque jour, loin de présenter des types toujours nouveaux, doivent donc se répéter pour la plupart les uns les autres; et l'on peut concevoir un moment où tous les types dont la réalisation est possible, ayant été observés, les cas qui surviendraient par la suite, ne pourraient plus offrir aux tératologues que de légères modifications de ces mêmes types déjà connus.

» Ce moment n'est point encore venu, et, sans doute, ne viendra de

---

(1) Voyez dans le 3e volume de mon *Histoire générale et particulière des anomalies*, le chapitre intitulé : *De la réduction des lois tératologiques aux lois générales de l'organisation.*

longtemps : peut-être même, quoiqu'on s'en rapproche sans cesse, ne pourra-t-on jamais être certain d'y être arrivé. Mais on ne peut douter que le nombre des types déjà connus ne soit dès à présent fort considérable, eu égard au nombre des types qui restent à connaître. La classification tératologique que j'ai exposée dans mon *Histoire générale des anomalies*, rapporte tous les monstres, soit unitaires, soit doubles, jusqu'à présent connus, à quatre-vingts genres environ, à vingt-trois familles naturelles, et à cinq ordres. Or, non-seulement il y a lieu de penser que le nombre des ordres ne sera jamais augmenté; mais, en examinant la composition des genres et des familles déjà déterminées, j'ai cru pouvoir affirmer que la découverte, soit de nouvelles familles, soit même de nouveaux genres, serait, à l'avenir, très-rare en tératologie, malgré le nombre très-considérable des individus anomaux qui naissent et sont recueillis chaque année par les tératologues.

» Ces prévisions ont été complétement réalisées par l'ensemble des faits qui se sont présentés depuis six ans. Les nombreuses publications tératologiques qui ont été faites en France et à l'étranger, ont enrichi la science d'une multitude de notions nouvelles; elles ont, en particulier, fait connaître d'une manière plus complète plusieurs genres dont l'histoire était restée fort imparfaite; mais on n'a pas décrit un seul type véritablement nouveau. Mes propres observations concordent pleinement avec celles des auteurs. Un grand nombre d'êtres anomaux m'ont été adressés, ou ont été mis sous mes yeux depuis la publication de mon ouvrage, et tous rentrent exactement dans les genres précédemment décrits, presque toujours même dans les groupes déjà les plus connus et les plus nombreux en individus: par exemple, pour les monstres unitaires, dans les genres *rhinocéphale, otocéphale, ectromèle;* pour les monstres doubles, dans les genres *opodyme, dérodyme, synote* et *déradelphe*. Et si un agneau monstrueux, que vient de recevoir le Muséum d'Histoire naturelle, m'a semblé offrir un plus grand intérêt, si j'ai cru devoir en faire le sujet d'une communication à l'Académie, ce n'est pas que cette nouvelle monstruosité se rapporte à un type jusqu'à présent inconnu; c'est au contraire parce qu'elle offre un exemple remarquable de la répétition, dans un mammifère fort éloigné de l'homme, d'une monstruosité peu rare dans notre espèce, et qui s'est ici reproduite avec la plus grande conformité, non-seulement dans les caractères organiques, mais aussi dans les circonstances de la gestation.

» Cet agneau monstrueux, trouvé dans l'utérus d'une brebis normande

qu'on venait de tuer, a été recueilli par un habitant de Lisieux, M. Lechevallier, et a paru d'un si grand intérêt qu'on a cru devoir l'adresser au Roi. Renvoyé immédiatement au Muséum d'Histoire naturelle, l'animal y est arrivé en assez bon état. Par tous ses caractères extérieurs, notamment par l'absence de la tête, dont il n'existe aucun vestige extérieur, il appartient évidemment à la famille des acéphaliens, et plus spécialement, par l'existence de la région thoracique et des quatre membres, au genre *acéphale* proprement dit.

» Cette détermination offre déjà quelque intérêt, en ce qu'elle fournit le premier exemple authentique de l'acéphalie proprement dite hors de l'espèce humaine. Les acéphaliens qui me sont connus, soit par des descriptions ou par des indications succinctes, mais suffisantes pour la détermination générique, soit par mes propres observations, sont au nombre de cent environ. Sur ce nombre, l'agneau de Lisieux étant compris, sept seulement n'appartiennent point à l'espèce humaine; encore appartiennent-ils tous à un seul et même ordre, celui des ruminants, et tous aussi à des espèces, le mouton (1), la chèvre, le cerf, qui sont comme l'homme, ordinairement unipares, plus rarement bipares. Parmi ces sept acéphaliens, les six anciennement connus appartiennent aux genres *péracéphale* et *mylacéphale*, savoir, quatre au premier de ces groupes, deux au second. L'agneau de Lisieux est au contraire un *acéphale* proprement dit. Il ne reste donc plus aujourd'hui un seul genre d'acéphalien qui, avec un nombre plus ou moins grand de cas observés chez l'homme, ne renferme au moins un exemple chez les ruminants.

» L'agneau acéphale reproduit, avec toute l'exactitude que comporte la différence des types zoologiques, les modifications diverses qui, chez l'homme, coïncident avec l'absence de la tête. Le tronc, presque aussi large que long ($0^{m},20$ sur 0,22), et terminé par une queue très-courte, est imparfaitement symétrique. Les quatre membres sont déviés de leur direction normale, et les supérieurs, en outre, très-contournés. Une partie des doigts sont imparfaitement développés; les doigts externes des pieds postérieurs sont très-comprimés et très-courts : tous sont toutefois pourvus de leurs sabots. L'anus est imparfait. Il existe un scrotum très-développé, mais vide. L'ombilic est à égale distance de l'extrémité postérieure du corps et de son extrémité antérieure.

---

(1) Cette espèce a fourni à elle seule cinq cas sur sept.

» Les acéphales humains, et de même les péracéphales et mylacéphales, présentent généralement, dans les circonstances de leur naissance, une fixité remarquable. On sait, par les travaux de divers auteurs, particulièrement d'Elben et de mon père, que les acéphaliens (1) naissent généralement jumeaux, et de plus, dans des rapports constants avec leur jumeau; celui-ci est bien conformé et de même sexe que l'acéphalien qu'il accompagne, et il naît le premier. L'agneau acéphale de Lisieux reproduit encore ici les faits présentés par les acéphales humains; il était le produit d'une gestation double, et son jumeau, dont le sexe a malheureusement été omis, offrait une conformation normale. »

« M. **Breschet** demande si le cœur existe chez l'agneau acéphale qui fait le sujet de la communication précédente? Cette question est fondée sur ce que presque tous les observateurs ont constaté que le cœur manque chez les fœtus acéphales. Cependant Katzky (2) et Vallisnieri (3) l'ont rencontré une seule fois, et dans le deuxième fœtus monstrueux de Prochaska on apercevait dans le médiastin un appendice mollasse, duquel sortait un vaisseau qui se dirigeait d'abord en haut, puis descendait, mais qu'on ne put poursuivre bien loin, parce qu'il fut impossible de faire une insertion dans le système vasculaire. Vallisnieri ne dit pas si le cœur de son acéphale avait une structure normale, mais Katzky déclare que le cœur de son fœtus monstrueux était musculaire, et qu'il offrait deux oreillettes placées l'une au-dessus de l'autre. Cette absence du cœur chez les fœtus acéphales est un phénomène si ordinaire qu'Ernest Elben la considère comme un caractère constant, et dans sa dissertation il rapporte soixante-douze observations de monstres acéphales *avec absence complète du cœur* (4). Les cas décrits par Katzky, par Vallisnieri, et une observation que l'on doit à M. Serres, sont les seules exceptions bien connues. J.-F. Meckel, Tiedemann, etc., n'ont jamais découvert de cœur chez les monstres acéphales, et sur onze fœtus acéphales disséqués par M. Breschet, le cœur a constamment fait défaut.

---

(1) Et même, plus généralement, tous les monstres unitaires du second ordre, c'est-à-dire, outre la famille des acéphaliens, celle des paracéphaliens, et celle des anidiens.

(2) *Acta Medic. Berolin*, dec. 1, vol. IX, 1721.

(3) *Opere diverse*, etc., t. III. Venet., 1751.

(4) *De Acephalis sive monstris corde carentibus Dissertatio*, etc. Berolini, 1821; in-4°.

» Des anomalies nombreuses ont aussi été signalées dans les systèmes artériel et veineux, et principalement sous le rapport des communications de ces deux ordres de vaisseaux entre eux. Quelquefois on n'a pu constater l'existence que de l'un ou de l'autre de ces deux systèmes. M. Breschet ne croit pas devoir poursuivre plus loin ses remarques sur ces anomalies du grand appareil de la circulation, il se borne à renvoyer à l'article *Acéphalie* qu'il a inséré dans le *Dictionnaire de Médecine*. Ne peut-on pas dire que la formation et l'apparition du cœur, dans les mammifères, sont sous la dépendance de l'encéphale? La présence du cœur suppose toujours la formation et le développement des grands centres nerveux cérébro-rachidiens. »

« M. **Isidore Geoffroy** répond que l'agneau acéphale étant arrivé seulement la surveille au Muséum d'Histoire naturelle, sa dissection n'a pu être faite encore. Mais on peut affirmer dès à présent, dit M. Isidore Geoffroy, que le cœur est, ou complétement nul (1), ou tout à fait rudimentaire, et dans tous les cas nul pour la fonction. L'absence ou l'état rudimentaire du cœur se lie en effet constamment, non avec l'absence de la tête, comme le croyait Elben (2), mais avec l'état très-imparfait de presque tous les appareils; état qui se traduit constamment à l'extérieur par l'imperfection de la symétrie générale et par la conformation vicieuse des membres plus ou moins contournés et à doigts mal développés. La relation qui existe entre les modifications extérieures et les anomalies internes est tellement constante, qu'on peut avec certitude déduire celles-ci des premières. D'où la possibilité de faire en tératologie ce que l'on fait chaque jour en zoologie, avec un degré toujours croissant d'approximation : ramener un être à son type sur la seule inspection de ses caractères extérieurs, et déterminer, avant tout examen anatomique, les principales modifications de son organisation interne. »

---

(1) J'ai en effet, depuis la séance, constaté l'absence du cœur.
(*Note ajoutée par M. Isidore Geoffroy.*)

(2) L'état rudimentaire ou même l'absence complète du cœur peuvent en effet coïncider avec l'existence d'une tête assez volumineuse, *mais très-mal conformée*. Voyez les remarques que j'ai présentées sur les paracéphaliens dans mon *Histoire générale des anomalies*, tome II.

RAPPORTS.

ZOOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. DE QUATREFAGES *relatif à la* Synapte de Duvernoy.

(Commissaires, MM. Duméril, Milne Edwards rapporteur.)

« Le zoophyte que M. de Quatrefages fait connaître dans ce Mémoire constitue une espèce nouvelle pour les zoologistes, et appartient à un genre dont on n'avait pas encore rencontré de représentant dans les mers d'Europe. A ce double titre, la *Synapte de Duvernoy,* ainsi nommée en l'honneur de l'un des correspondants les plus actifs de cette Académie, devait nous offrir de l'intérêt; mais l'importance que nous attachons à l'énumération plus ou moins complète des richesses zoologiques de nos côtes et à la découverte de quelques variétés nouvelles d'un type générique déjà signalé par les naturalistes, est loin d'égaler celle qu'offre à nos yeux l'étude anatomique et physiologique d'un animal dont la structure intérieure ne nous était pas connue; or ce dernier genre de mérite nous le trouvons également dans le Mémoire de M. de Quatrefages, et, en examinant son travail, conformément au désir de l'Académie, nous avons vu avec satisfaction que ce jeune savant avait mis tous ses soins à approfondir chacun des points dont il avait à s'occuper dans la monographie de sa Synapte.

» En 1809 l'Académie appela l'attention des naturalistes sur l'anatomie des Holothuries et enrichit aussi la science du beau travail de M. Tiedemann sur l'organisation des Échinodermes. Depuis cette époque, M. delle Chiaje et quelques autres zoologistes ont publié des recherches sur la structure intérieure de ces animaux, mais la plupart des observations récentes dont les Holothuries ont été l'objet portent sur la conformation extérieure de ces zoophytes, et, bien que l'on ait décrit, dans ces derniers temps, un nombre considérable d'espèces nouvelles, on ne sait presque rien sur les modifications que le plan général d'organisation propre à l'*Holothuria tremula* peut offrir dans les divers membres de la famille dont ce échinoderme est le type principal. Ces modifications cependant doivent être bien considérables; pour s'en convaincre il suffit de se rappeler que dans quelques espèces, MM. Eschcholtz et Jœger n'ont aperçu aucune trace de l'appareil respiratoire, rameux et contractile qui, chez les Holothuries

ordinaires, occupe une grande partie de la cavité abdominale et reçoit l'eau du dehors par l'intermédiaire du cloaque.

» Une de ces Holothuries abranches, dont M. Eschcholtz a composé le genre *Synaptes*, forme le sujet du Mémoire de M. de Quatrefages, et les recherches de ce dernier naturaliste font voir que ce n'est pas seulement par l'absence des trachées aquifères que ce zoophyte diffère des autres espèces de la même famille. Parmi les particularités de structure observées par notre auteur, nous citerons d'abord la disposition de l'appareil circulatoire. Les mouvements du fluide nourricier se voient très-bien, à raison de la transparence hyaline de toutes les parties du corps de la Synapte de Duvernoy; mais cette circulation ne paraît avoir lieu que dans l'appareil tégumentaire, et M. de Quatrefages n'a aperçu aucune trace du réseau vasculaire intestinal qui est si remarquable chez les Holothuriens ordinaires. L'appareil circulatoire paraît être réduit à cinq vaisseaux longitudinaux sous-cutanés qui s'ouvrent antérieurement dans un canal annulaire entourant la bouche, et à des cavités qui sont creusées dans les tentacules buccaux et qui communiquent également avec l'anneau dont il vient d'être question. Cette simplification du système vasculaire est bien en rapport avec l'absence d'un organe spécial pour la respiration; mais du reste cette dernière fonction peut encore s'exercer avec une activité assez grande, car l'eau dans laquelle l'animal vit pénètre dans l'intérieur de la grande cavité viscérale par l'intermédiaire de cinq orifices que M. de Quatrefages a découverts près de la base des tentacules, de sorte que les vaisseaux sanguins sont en contact avec l'oxygène de deux côtés à la fois, par la surface extérieure du corps et par la face interne des téguments communs.

» M. de Quatrefages a étudié avec beaucoup de soin toutes les parties de sa Synapte et nous fait connaître un grand nombre de faits intéressants, non-seulement pour l'histoire de ce zoophyte, mais aussi pour l'anatomie comparée en général. Nous ne pourrions le suivre dans la description qu'il donne de chacun des grands appareils de l'économie, sans dépasser les limites que nous croyons devoir assigner à ce Rapport; nous passerons donc sous silence tous les détails dans lesquels notre auteur est entré, relativement à l'organisation des téguments de la Synapte, à la singulière armature de cet animal, dont le corps est tout hérissé de crochets microscopiques en forme d'ancre, à la conformation des ventouses qui garnissent les tentacules, à la structure du tube digestif, etc., et nous signalerons seulement à l'attention de l'Académie la disposition curieuse de l'appareil générateur cons-

tatée par M. de Quatrefages. Cette disposition est effectivement telle que l'hermaphrodisme de la Synapte paraît être plus complet que celui d'aucun autre animal pourvu d'organes de fécondation. L'appareil mâle et l'appareil femelle sont parfaitement distincts, mais se trouvent réunis dans une gaine commune et sont conformés de façon que le premier enveloppe le second et que les ovules, en grossissant, doivent comprimer les testicules et déterminer ainsi l'écoulement de la liqueur spermatique dans la cavité de l'ovaire. La fécondation serait donc ici une conséquence mécanique du développement des œufs. Du reste la liqueur séminale charrie, comme d'ordinaire, des zoospermes en nombre immense, et les ovules présentent la même composition que ceux des animaux les plus élevés dans la série zoologique, car on y distingue un albumen, un vitellus, une vésicule de Purkinje et une tache germinative.

» M. de Quatrefages ne s'est pas borné à faire une anatomie approfondie de sa Synapte; en l'étudiant à l'état vivant il a constaté plusieurs phénomènes physiologiques très-curieux. Ainsi il a vu que, dans certaines circonstances, ce singulier animal détache successivement un grand nombre de tronçons de la partie postérieure de son corps et ne paraît nullement souffrir de ces amputations spontanées.

» Enfin l'auteur termine son Mémoire par la discussion de la valeur zoologique des caractères anatomiques de la Synapte et signale les affinités naturelles qui unissent cet holothurien simplifié d'une part aux autres échinodermes, et d'autre part au groupe des polypes proprement dits.

» Pour se livrer au travail dont nous venons de rendre compte, M. de Quatrefages a été s'établir, pendant une partie de l'été dernier, aux îles Chausay, petit archipel peu digne de l'attention des géographes, mais qui est un des points de nos côtes les plus favorables aux études zoologiques, et qui avait déjà été signalé comme tel il y a quinze ans, à l'occasion de quelques recherches dont l'Académie a peut-être conservé le souvenir. L'éloignement des lieux où se trouvent les Synaptes et l'impossibilité où l'on est de faire sur des pièces conservées dans l'alcool des préparations propres à la démonstration de ce qui se voit avec facilité sur l'animal vivant, n'ont pas permis à vos Commissaires de répéter toutes les observations de M. de Quatrefages; mais ce naturaliste est parvenu à faire vivre un de ces zoophytes dans un flacon d'eau de mer pendant assez longtemps pour pouvoir le soumettre à l'examen de votre rapporteur et pour rendre celui-ci témoin de plusieurs des phénomènes décrits dans le Mémoire renvoyé à notre examen.

» Nous ajouterons encore que le travail de M. de Quatrefages est accompagné d'un grand nombre de dessins exécutés avec habileté.

» Enfin nous nous résumerons en disant que ce Mémoire nous a paru digne de l'approbation de l'Académie, et nous proposerons de remercier M. de Quatrefages de sa communication et de l'engager à poursuivre ses travaux sur la faune du littoral de la France. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, par voie de scrutin, une Commission composée de cinq membres qui aura à examiner s'il convient de mettre une seconde fois au concours la question proposée comme sujet du grand prix de Physique pour l'année 1841 (la question de la chaleur spécifique des corps simples), aucun Mémoire sur ce sujet n'étant encore parvenu à l'Académie, quoique le terme fixé pour la réception des pièces destinées au concours soit depuis longtemps expiré.

MM. Regnault, Gay-Lussac, Dumas, Arago, Becquerel réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur cette question :* Les mouvements de l'estomac dépendent-ils de la huitième paire ou du grand sympathique ? *par* M. LONGET.

(Commission précédemment nommée.)

« La plupart des expérimentateurs, en admettant, parce qu'ils sont faciles à constater, les mouvements propres de l'estomac pendant la chymification, sont loin d'être d'accord sur l'espèce de nerf qui préside à ces mouvements. Tandis que, après la résection de la huitième paire, MM. de Blainville (1), Breschet et Milne Edwards (2) rapportent l'abolition ou le ralentissement de la digestion, à la paralysie de la tunique mus-

---

(1) Leçons orales.

(2) *Arch. gén. de Méd.,* t. II, p. 481, ann. 1823; et *Arch. gén. de Méd.,* t. VII, p. 197, ann. 1825.

culaire de l'estomac, Herbert Mayo, J. Muller (1), et Dieckoff (2), disent n'avoir jamais vu l'irritation mécanique, ou galvanique de ce nerf déterminer les moindres mouvements gastriques et par conséquent lui refusent formellement toute influence motrice sur l'estomac: selon Muller, cette influence proviendrait du grand sympathique. Les opinions du professeur de Berlin ont aujourd'hui une telle autorité, que nous nous faisons un devoir de rapporter ici quelques expériences, dont les résultats justifient l'ancienne assertion de nos compatriotes.

» Ces expériences, qui révèlent quelques faits inaperçus, expliquent aussi des contradictions qui ne sont qu'apparentes.

» Je ne crois point aller au-delà de la vérité, en disant que, sur plus de quarante chiens, qui d'ailleurs étaient utilisés pour d'autres recherches, j'ai constaté les résultats qui suivent: le thorax et l'abdomen étant ouverts, les cordons œsophagiens de la paire vague, d'abord isolés de l'œsophage, ont été irrités mécaniquement ou galvaniquement, et, sur un certain nombre de ces animaux, les contractions les plus manifestes ont eu lieu dans les parois de l'estomac, non pas instantanément, mais au bout de 5 à 6 secondes; parfois ce viscère s'est partagé, pour ainsi dire, en deux portions l'une pylorique, l'autre splénique; sa coarctation a pu même être portée à un tel point qu'il semblait comme étranglé, par son milieu, à l'aide d'un lien, et les aliments sortaient par le pylore. Au contraire, sur d'autres chiens, les mouvements de l'estomac ou bien ont été beaucoup moins sensibles, ou même ont manqué d'une manière complète, quoique je fisse usage du même mode d'irritation. Profondément persuadé que l'inconstance des phénomènes, en physiologie expérimentale, tient surtout à ce qu'on ne se place pas toujours dans des conditions identiques, je m'appliquai à rechercher, avec persévérance, la cause des phénomènes contraires que j'avais observés; et je parvins à découvrir, 1° que c'était durant la chymification seulement qu'il était possible de provoquer, par l'irritation mécanique ou galvanique des cordons œsophagiens, des contractions très-énergiques de l'estomac; 2° que, malgré l'irritation indiquée, les mouvements de cet organe devenaient souvent difficiles à apercevoir, quand il était complétement vide, rétracté sur lui-même, et, pour ainsi dire, au repos. Ce fait curieux nous autorise donc à penser que les rameaux gas-

(1) *Physiol. du syst. nerv.*, trad. de Jourdan, 1840, t. I, p. 322.

(2) *De Actione quam nerv. vagus in digest. cib. exerceat.* Berlin, 1835, p. 35.

triques de la huitième paire sont loin d'être toujours chargés de la même quantité de force nerveuse motrice, que celle-ci augmente, pendant la digestion stomacale et que, par conséquent, c'est surtout ce moment propice qu'il faut choisir pour expérimenter. Mais de plus, cette remarque peut servir à rendre compte des résultats opposés que les expérimentateurs ont obtenus, puisque les uns, sans y prendre garde, ont pu agir, lors de l'état de vacuité de l'estomac, et les autres pendant la réplétion et la réaction de l'organe, c'est-à-dire dans des conditions tout à fait différentes. Dans l'appréciation de ces différences, il ne faut pas non plus négliger la hauteur à laquelle les irritants ont été appliqués aux cordons nerveux : car si nous en avons obtenu des effets très-manifestes qui ont échappé à Muller, c'est qu'encore, au lieu d'agir sur la huitième paire, *au cou*, comme ce physiologiste, nous nous sommes davantage rapproché de l'estomac, afin d'expérimenter sur les rameaux mêmes que ce nerf lui envoie.

» Sur des chiens et des lapins, j'ai galvanisé ou mécaniquement excité, à bien des reprises différentes, et dans les conditions favorables qui viennent d'être indiquées, les deux grands nerfs splanchniques, et, quand l'estomac était une fois immobile, je ne suis jamais parvenu à y réveiller les moindres contractions; mêmes résultats négatifs en agissant sur les ganglions semi-lunaires : appliquais-je sur eux de la potasse caustique, un mouvement vermiculaire très-marqué avait lieu dans l'intestin grêle, mais l'estomac conservait toujours son immobilité.

» Nos expériences, en même temps qu'elles démontrent l'influence motrice de la huitième paire (1) sur l'estomac, font voir que les produits sont d'autant plus constants et manifestes que l'excitation de ce nerf a eu lieu plus inférieurement et que surtout ils ont été obtenus pendant la chymification; elles prouvent encore que l'opinion dans laquelle on place les mouvements de l'estomac sous la dépendance du grand sympathique, n'a pour elle aucune preuve expérimentale ou autre. »

---

(1) La huitième paire se compose, pour nous, du pneumo-gastrique et du spinal confondus en un seul tronc : or nous avons démontré, avec Bischoff, par des recherches antérieures, que le spinal préside à lui seul aux mouvements influencés par ce tronc nerveux ; ceux de l'estomac dépendent donc du spinal et non du pneumo-gastrique proprement dit.

CHIRURGIE. — *Premier Mémoire sur la myotomie rachidienne; par* M. JULES GUÉRIN. (Extrait par l'auteur.)

(Commission nommée pour de précédents travaux du même auteur sur les sections sous-cutanées.)

« La myotomie rachidienne, appliquée au traitement des déviations de l'épine, peut être envisagée sous deux points de vue différents : comme méthode empirique vérifiée par l'expérience, abstraction faite de toute indication étiologique, et comme méthode rationnelle basée à la fois sur l'expérience et sur la considération de la cause de la difformité.

§ I. *Efficacité de la myotomie rachidienne considérée comme méthode empirique.*

» On peut la démontrer par des faits anatomiques, par des expériences sur le cadavre et par des résultats cliniques.

» *Faits anatomiques.* — Dans tous les cas de déviation de la colonne, depuis le premier jusqu'au troisième degré, on trouve le sacro-lombaire, le long dorsal et autres muscles, notablement raccourcis, dirigés en ligne droite entre leurs points d'insertion, et formant la corde des courbures. Cette disposition est parfois portée si loin, que les faisceaux charnus quittent la gouttière vertébrale du côté convexe pour passer du côté concave. Le raccourcissement est souvent du tiers et même de la moitié de la longueur du muscle.

» *Expériences cadavériques.* — Les muscles paraissent peu tendus sur le cadavre ; cela tient à la cessation de la contraction physiologique et à l'action verticale de la pesanteur qui, en exagérant les courbures sur le vivant, ont rapproché les deux points d'insertion des muscles et relâché d'autant leurs fibres. Mais si l'on suspend le sujet par la tête, la tension reparaît et s'oppose à un redressement complet. Si l'on divise les muscles latéraux, la déviation et les courbures diminuent instantanément, et quelquefois même disparaissent à mesure qu'on enlève les masses musculaires correspondantes. Ces divers résultats sont d'autant plus tranchés que le cadavre est plus frais, qu'il provient d'un sujet plus jeune et que la déviation est moins considérable. Sur les cadavres avancés les muscles ont perdu toute résistance, et dans les déviations anciennes les ligaments sont raccourcis et les vertèbres plus ou moins ankylosées.

» *Résultats cliniques.* — Les résultats du traitement mécanique attestent l'intervention des muscles dans la production des déviations de la co-

lonne. L'extension ne peut agir que sur les muscles et autres parties molles; si la difformité était due primitivement à l'affaissement latéral des corps vertébraux, on ne concevrait ni d'où viendraient les résistances au redressement, ni comment le redressement serait effectué, et surtout rendu permanent par l'extension. En outre, à mesure que les tractions opèrent l'allongement des muscles, ceux-ci, d'abord déprimés, affaissés, se soulèvent et viennent faire saillie sous la peau, sous forme de cordes isolées, tendues et situées dans la direction de la corde des courbures. Quand, après quelques mois de ce traitement, la difformité cesse de diminuer, la section des muscles amène plus ou moins vite un nouveau degré de redressement, et le résultat final est toujours plus rapide et plus complet que par le traitement mécanique seul. On a allégué qu'il est fort difficile de distinguer les effets de l'opération, de ceux qui appartiennent au traitement mécanique; cette difficulté n'est qu'apparente. On pourrait la résoudre en confiant aux adversaires de la myotomie rachidienne le traitement d'un certain nombre de déviations, et quand l'action des machines et des appareils serait épuisée, on pourrait juger de ce que produirait la section des muscles.

» Outre ces diverses considérations, nous nous proposons de mettre sous les yeux de la Commission : 1° une série de résultats obtenus sur des sujets de différents âges, et atteints de différents degrés de déviation, depuis le premier degré jusqu'à celui de la gibbosité; 2° une série de sujets dont le traitement est commencé et sera continué sous ses yeux; 3° une autre série de sujets dont elle aura constaté l'état et dont elle suivra le traitement pendant toute sa durée.

§ II. *Efficacité de la myotomie rachienne considérée comme méthode rationnelle.*

» Pour établir la légitimité de la myotomie rachidienne à ce second point de vue, il suffit de rappeler les propositions suivantes, déjà développée devant l'Académie.

» 1°. *Il existe des déviations de l'épine par rétraction musculaire.* — A l'appui de cette proposition nous mettrons sous les yeux de la Commission une série de pièces provenant de monstres et de fœtus présentant d'une part des altérations du cerveau et de la moelle, de l'autre des déviations de l'épine coexistant avec d'autres difformités articulaires, accompagnées de tension des muscles dans le sens du déplacement de chaque articulation déviée; une seconde série de déviations congénitales de la colonne chez des

sujets vivants, affectés en même temps de pied-bot, de torticolis ou de strabisme, et offrant d'un autre côté des signes évidents de véritables maladies spasmodiques du système musculaire; enfin une troisième série de déviations de la colonne postérieures à la naissance et survenues immédiatement après des affections cérébrales ou cérébro-spinales. Dans ces trois groupes de faits les déviations de l'épine offrent les mêmes caractères essentiels de siége, de forme et de direction.

» 2°. *Les déviations de l'épine par rétraction musculaire offrent des caractères spécifiques analogues à ceux du pied-bot, du torticolis, du strabisme.* — Dans chaque déviation de cet ordre, il existe deux moyens de mettre en évidence ces caractères distinctifs. *Sur le vivant*, on peut constater le rapport exact qui existe entre le siége, la forme, la direction et le degré de la difformité, et le siége, la direction et le nombre des faisceaux musculaires rétractés, et l'intensité de leur rétraction. Ils ont d'ailleurs toutes les apparences des muscles rétractés des autres parties du squelette: durs, fibreux, tendus, ils forment des cordes isolées, amincies, ramassées sous la peau. Si l'expression de ces changements est parfois rendue moins évidente par la contraction physiologique et par l'effet de la pesanteur, qui donnent à la courbure un supplément étranger à l'action de la rétraction musculaire et bien propre à masquer les apparences de celle-ci, il est cependant des cas nombreux où les caractères de la rétraction se sont conservés dans toute leur intensité originaire. Mais, du reste, et sur le cadavre, on peut généralement *voir* que la forme, la couleur, la texture des muscles sont bien celles des faisceaux rétractés, tels qu'on les observe dans le pied-bot, le torticolis, etc.; ils sont amoindris dans leurs dimensions, rétrécis, de couleur jaune blanchâtre; leur texture fibreuse, ou fibro-graisseuse, contraste d'une manière tranchée avec la forme régulière, la couleur rouge et la consistance charnue des muscles normaux correspondants. Cette transformation est quelquefois si marquée dans le long dorsal, que sa portion aponévrotique a doublé de longueur aux dépens de la portion charnue.

» 3°. *Les déviations par rétraction musculaire peuvent être distinguées de celles qui sont produites par d'autres causes.* — Cette proposition déjà établie par les faits qui précèdent, l'est plus directement par le principe suivant, à savoir: *qu'il existe dans toutes les difformités une corrélation si exacte entre leurs caractères et les causes qui les produisent, que l'on peut en général par la difformité diagnostiquer la cause, et par la cause déterminer la difformité.* L'ancienne Commission du

grand prix de Chirurgie a vérifié, dès 1837, la justesse de ce principe dans une application expérimentale aux *déviations de la colonne vertébrale* et aux difformités du thorax (1), et ce jugement, dont il sera d'ailleurs possible de soumettre de nouveau les éléments à la Commission actuelle, dispense d'entrer dans plus de développements.

» 4°. *L'expérience thérapeutique, d'accord avec la théorie pathologique, fournit par ses résultats une confirmation positive des indications et des inductions de cette dernière.* — 1° Sur le cadavre, en divisant les muscles rétractés, on obtient surtout la diminution ou le redressement de la déviation, et la disparition plus ou moins complète de ses éléments, *inclinaison, courbure, torsion.* 2° Sur le vivant, on peut vérifier les caractères de la rétraction musculaire pendant l'opération, par l'opération et après l'opération.

» *Pendant l'opération,* le changement de texture des muscles est sensible; ils résistent à l'instrument, leur division est nette, suivie d'un craquement fibreux bien caractéristique; leurs bouts divisés se rétractent à l'instant. Au contraire, les faisceaux charnus normaux restent mous, se laissent mâcher par le bistouri, et ne sont coupés ni nettement, ni rapidement.

» *Par l'opération,* on voit les éléments de la difformité disparaître, les uns immédiatement, d'autres plus tard. Mais la circonstance la plus significative, au point de vue qui nous occupe, est que souvent, après la section des faisceaux saillants, on voit d'autres muscles, raccourcis passivement, et qui n'ont pas été divisés, proéminer à leur tour sous la peau et brider le redressement, instantanément produit par la première opération : leur section permet ensuite de compléter le résultat.

» Enfin *après l'opération,* les muscles divisés se ressoudent avec le supplément de longueur qui leur manquait: non-seulement leurs caractères extérieurs et physiologiques reparaissent, mais ils recouvrent leur texture normale; de grêles, de fibreux qu'ils étaient, ils redeviennent consistants et charnus, en un mot ils redeviennent muscles. Il nous a déjà été donné de constater sur le cadavre ce retour à l'état normal de muscles divisés plusieurs mois et même une année auparavant. »

M. **Flahaut** lit un Mémoire qui lui est commun avec M. *Noisette,* et qui a pour titre : *Observations sur l'Agriculture.*

(Commissaires, MM. Dumas, Boussingault, de Gasparin, Payen.)

---

(1) Rapport sur le concours pour le grand prix de Chirurgie, p. 17 et 18.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Giraud** adresse des observations destinées à prouver la nécessité des revaccinations après un certain temps, et demande que sa Note soit renvoyée comme document à la Commission chargée de l'examen des pièces adressées pour le concours au prix concernant la vaccine.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Bouteille** envoie une Note relative à certaines circonstances qu'il a observées dans la fécondation du *Marchantia polymorpha.*

(Commissaires, MM. de Mirbel, Ad. Brongniart, Richard.)

M. **Robert** présente un modèle de scie à trois lames dans lequel la lame moyenne peut devenir indépendante des deux lames latérales, et continuer à agir lorsque le mouvement des deux autres est entravé par la pression qu'exercent sur elle les parties déjà divisées du corps que l'on scie.

(Commissaires, MM. Séguier, Piobert.)

MM. **Pezzoni** et **Leval** adressent copie d'une circulaire adressée aux diverses intendances sanitaires par le Conseil supérieur de santé de l'empire ottoman, dans le but de réunir des faits qui puissent éclairer la question des quarantaines.

(Commission déjà nommée.)

M. **Maréchal**, à l'occasion des communications faites récemment à l'Académie sur le projet d'établir une unité légale pour l'expression de la force des machines, demande que l'on s'occupe aussi de régler par une loi la valeur du pouce de fontainier et du nœud du loch.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question de l'unité dynamométrique.)

M. l'abbé **Matalène** demande l'ouverture d'un paquet cacheté qu'il avait adressé au mois de décembre dernier, et le renvoi à une Commission de la Note contenue sous ce pli.

La Note contient des considérations sur les dimensions du soleil.

(Commissaires, MM. Arago, Bouvard, Mathieu.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite, par une seconde lettre, l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la place de professeur adjoint de Physique et de Chimie vacante à l'École de pharmacie de Montpellier, par suite de la démission de M. Balard.

Les Sections de Physique et de Chimie aviseront aux moyens de faire cette présentation, qui n'a été retardée que parce qu'aucune personne, jusqu'à présent, n'a annoncé l'intention de se présenter pour la place vacante.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le degré de chaleur nécessaire à la calcination des argiles pour la fabrication de la pouzzolane.* — Lettre de M. **Vicat.**

« Il y a fort longtemps (vingt-deux ans) que j'ai fait connaître l'influence d'une légère cuisson sur la qualité des pouzzolanes provenant de la calcination des argiles. J'ai reconnu depuis que cette cuisson, pour produire le maximum d'effet, doit se borner à expulser complétement l'eau qui constitue le silicate *hydraté* d'alumine. J'ai communiqué, en mai dernier, pendant mon séjour à Paris, cette observation à plusieurs ingénieurs et à quelques membres de l'Académie, notamment à MM. Dumas et Regnault, dont au besoin je pourrais invoquer les souvenirs.

» M. Berthier, en comparant une argile d'Alger dans son état naturel à la même argile transformée en pouzzolane, est arrivé à la même conclusion.

» Comme le fait est très-important et que les expériences qui m'y ont conduit datent de 1839, je désire que la remarque que j'en fais soit consignée dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie.* »

CHIMIE AGRICOLE. — *Lettre de* M. **Schattenmann** *à* M. Dumas, *sur le rôle que l'ammoniaque joue dans la végétation.*

« Dans un voyage que nous avons fait en Alsace en 1836, M. Péligot et moi, nous avions eu l'occasion de visiter les belles usines de Bouxwiller et de recevoir de M. Schattenmann la communication suivante :

« Les sels ammoniacaux sont des engrais très-puissants. En Suisse, on » lave le fumier et on sature l'eau par le sulfate de fer ou par l'acide sul-

» furique et l'on en fait un engrais liquide très-énergique. Le sulfate d'am-
» moniaque versé avec un arrosoir permet de répéter l'expérience de
» Franklin. »

» Ayant depuis lors cité souvent M. Schattenmann à ce sujet dans mes cours, cet habile industriel m'a adressé récemment les renseignements suivants, qui me paraissent dignes de l'intérêt des agriculteurs.

« ... Je regarde comme une preuve de votre extrême bienveillance, d'avoir bien voulu me citer dans plusieurs occasions en traitant de l'action de l'ammoniaque sur la végétation. Veuillez agréer l'assurance de ma vive reconnaissance.

» Le traitement des engrais est encore fort négligé en France, et même en Alsace, où la culture est cependant très-perfectionnée. Depuis longtemps on utilise en Suisse les urines des étables, on lave les fumiers et l'on en recueille les eaux dans des fosses où, après la fermentation, l'ammoniaque est saturée et convertie en sulfate d'ammoniaque par le sulfate de fer, de chaux ou l'acide sulfurique. Ces eaux, répandues sur les prés et les champs, produisent une végétation puissante qu'il faut principalement attribuer au sulfate d'ammoniaque, qui ne se volatilise pas, comme le carbonate d'ammoniaque, par l'action de la chaleur que les rayons du soleil produisent avec intensité. Le fumier, comme l'urine, contient également de l'ammoniaque qu'il importe de conserver et qui se perd le plus souvent d'après les procédés assez généralement usités. Le fumier de cheval passe pour être infiniment inférieur à celui des bêtes à cornes; mais cela ne paraît tenir qu'à la manière de le traiter, laquelle consiste, en Alsace et en Lorraine, et généralement en France, à le mettre en tas dans une fosse où il est quelquefois noyé dans l'eau, et le plus souvent à l'entasser à sec à environ un mètre de hauteur sans l'arroser suffisamment. Le préjugé que le fumier de cheval ne se fait qu'en le remuant et en le mêlant fait que cette opération a généralement lieu une ou deux fois. Le fumier qui est dans l'eau ne fermente pas et la paille ne se décompose pas. Celui qui est entassé légèrement et qui n'est pas arrosé suffisamment s'échauffe au point qu'il moisit souvent, l'ammoniaque qu'il développe se volatilise et l'on perd par-là la partie la plus active de l'engrais. On n'obtient ainsi qu'un fumier léger et peu substantiel dont l'action est infiniment inférieure à celle du fumier de vache et de bœuf, qui est naturellement humide et gras et peu disposé à s'échauffer.

» Je me suis, à quelques époques de ma vie, occupé d'agriculture, et j'ai toujours avec un plein succès traité le fumier de cheval d'une manière entièrement opposée à celle généralement usitée. Depuis quatorze ans que je di-

rige les établissements des mines et de produits chimiques de Bouxwiller, quoique je ne m'occupe d'agriculture que pour exploiter les propriétés, consistant principalement en prairies, que je possède ici, j'ai cependant eu occasion de renouveler des expériences en grand sur le traitement du fumier de cheval. En 1831, 1832, 1833 et 1834 j'ai eu, et depuis l'année passée j'ai de nouveau à ma disposition le fumier de 200 chevaux d'artillerie qui sont cantonnés à Bouxwiller dans un seul corps de bâtiment, derrière lequel je possède un terrain, sur lequel j'ai établi une fosse à fumier de 400 mètres carrés de surface, divisée en deux parties de 200 mètres. Cette fosse est en plan incliné qui s'élève en avant et de droite et de gauche, de manière à ce que les eaux qui en découlent se réunissent au milieu, où se trouve un réservoir garni d'une pompe pour ramener à volonté sur le fumier les eaux qui en découlent. Je me procure l'eau nécessaire au moyen d'un puits garni d'une pompe qui est à côté de la fosse à fumier. De cette manière, j'obtiens, à peu de frais, la grande quantité d'eau qu'exige le fumier de cheval, et je ne perds pas une goutte des eaux saturées qui sont en définitive entièrement absorbées par le fumier au moment de son enlèvement, si l'on ne préfère les employer directement et en produire davantage en versant de plus grandes quantités d'eau pure sur le fumier.

» Les deux parties sont alternativement garnies de fumier sortant des écuries. Ce fumier est entassé à 3 ou 4 mètres de hauteur sur toute la surface du carré, foulé par le pied des hommes qui l'apportent et l'y répandent, et abondamment arrosé par les pompes. J'obtiens ainsi un tassement parfait et l'humidité suffisante, car je regarde ces deux conditions comme nécessaires pour combattre la fermentation violente propre au fumier de cheval et destructive des parties les plus énergiques qui s'évaporent. J'ajoute aux eaux saturées et je répands sur le fumier du sulfate de fer dissous ou du sulfate de chaux ou plâtre en poudre, afin de convertir en sulfate l'ammoniaque qui se développe et qui se volatilise facilement à une température un peu élevée. J'obtiens par ces moyens simples et peu dispendieux, en deux ou trois mois, un engrais parfaitement fait et aussi gras et pâteux que le fumier de vaches et de bœufs, et d'une grande énergie qui se manifeste par les productions remarquables que j'obtiens sur les champs et sur les prés pendant nombre d'années.

» Le fumier de cheval mis en tas consomme une quantité d'eau considérable, ce qui s'explique facilement par la chaleur qu'il développe et qui donne lieu à une évaporation continuelle. J'ai la conviction que généralement on ne se rend pas raison de l'importance de cette évaporation et que

le fumier de cheval ne reçoit chez la plupart de nos cultivateurs que la moindre partie de l'eau nécessaire (1).

» Les urines et eaux des fosses à fumier fermentées, et dont l'ammoniaque a été saturée et convertie en sulfate, répandues sur des prés, produisent une végétation vigoureuse qui se distingue de celle qui se trouve à côté. Un nom ou des figures quelconques décrits par l'arrosement d'un pré sont fort reconnaissables par la végétation, de même qu'on a pu reconnaître ces mêmes figures formées en Amérique par le plâtre en poudre appliqué au trèfle lorsqu'il s'agissait d'y faire adopter l'usage de cette substance. L'ammoniaque est une partie essentielle de l'engrais appliqué à toutes les cultures, et comme mon procédé tend à conserver l'ammoniaque et à la préserver de l'évaporation lorsque le fumier est employé, il est évident que cet engrais doit avoir une action bien supérieure.

» Je ne crois pas avoir fait une découverte, car l'usage de saturer les urines et les eaux des fosses à fumier, et de répandre ces eaux sur les prés par un temps humide, au printemps comme après les coupes successives, est ancien en Suisse. J'ai cherché seulement à me rendre raison de

(1) Il arrive fréquemment dans les grandes exploitations agricoles que les fourrages qui sont engrangés en grand tas, moisissent ou rougissent par suite de la fermentation qui s'y développe après la récolte. Lors même que le foin est très-sec à la rentrée, il contient encore beaucoup d'humidité qui se dégage par la chaleur de la fermentation. Cette fermentation est d'autant plus vive que la masse de foin entassé est plus grande et que l'humidité a plus de peine à s'échapper; le fourrage court donc toujours risque d'être avarié, et il l'est immanquablement lorsqu'un temps pluvieux n'a pas permis de le rentrer entièrement sec. Ayant remarqué que le fourrage ne s'avariait que dans l'intérieur des tas et qu'il ne l'était même pas, à l'intérieur, dans les parties où des poteaux du bâtiment favorisent le dégagement de l'humidité, j'ai fait faire avec succès des coupures dans les tas de fourrages engrangés pour faciliter le dégagement de l'humidité. Réfléchissant plus tard aux causes de cette fermentation nuisible et aux moyens de la modérer, j'ai fait répandre à la main sur le fourrage, au moment du déchargement, 200 grammes de muriate de soude par quintal métrique de fourrage. L'emploi d'une substance utile au bétail (10 centimes par quintal métrique de fourrage) a parfaitement réussi, car depuis quinze ans que je l'applique à des masses de fourrages, je n'y ai pas trouvé trace d'altération. Je suis maintenant sans inquiétude lorsque, par un temps pluvieux, je rentre quelques voitures de fourrages humides, parce qu'une longue expérience m'a prouvé que le sel neutralise les effets nuisibles de l'humidité. Je ne regarde pas l'emploi du sel jeté sur le fourrage à la rentrée comme une dépense, car elle est assurément plus que compensée par ce que cette denrée gagne en poids et en valeur.

l'effet du sulfate de fer sur les urines fermentées et de leur action puissante sur la végétation. Je suis naturellement arrivé à reconnaître que l'ammoniaque décompose le sulfate de fer et se convertit en sulfate, et que ce sulfate d'ammoniaque, qui ne se volatilise pas, est la cause principale de l'action forte sur la végétation. J'ai dû encore admettre que le fumier de cheval devait faire évaporer les parties ammoniacales lorsqu'il entre dans une fermentation trop vive, et j'ai dû aviser aux moyens de maîtriser cette fermentation et de convertir l'ammoniaque en sulfate.

» Ces principes, je les ai exposés dans toutes les occasions. Différents propriétaires qui se livrent à la culture ont pris de notre sulfate de fer pour en saturer leurs eaux de fumier, mais sans donner à cette application beaucoup de suite, à l'exception de M. le baron de Gail, propriétaire à Mulhausen, près de Bouxwiller, qui emploie depuis plusieurs années le sulfate de fer et le plâtre pour les fumiers, et qui se loue beaucoup des effets qu'il en obtient.

» Voici, du reste, un document qui remonte à 1835, et qui est relatif à ces divers faits.

Extrait du procès-verbal du 12 juillet 1835 de l'Assemblée générale des comices agricoles du canton de Bouxwiller.

« 11°. Les engrais sont recueillis avec soin, mais les fosses à fumier sont en grande partie trop près des bâtiments d'habitation et mal disposées. Il y a de grandes améliorations à obtenir sous ce rapport. Les fosses devraient être placées à une certaine distance des habitations et disposées de manière à ce que les urines des étables et les eaux d'arrosement fussent recueillies dans un réservoir spacieux, et qu'il ne s'en perdît pas, comme cela a lieu fréquemment. Le fumier, surtout celui de cheval, doit être fréquemment arrosé, et les eaux ne doivent pas l'inonder, mais s'en écouler dans un réservoir destiné à les recevoir. Beaucoup de fosses à fumier ne sont pas pourvues d'un pareil réservoir, ou, s'il en existe, il est ordinairement mal placé et presque toujours d'une capacité insuffisante.

» L'usage de remuer fréquemment le fumier de cheval pour en hâter la maturité est assez répandu; mais il est très-nuisible, parce que ce fumier se fait mieux et plus promptement lorsqu'il se trouve entassé dans une bonne fosse, et qu'il est fréquemment arrosé sans être noyé dans l'eau. Loin de l'ameublir, on doit au contraire chercher à le tasser en y promenant les chevaux, parce qu'alors il conserve mieux l'humidité à un degré

convenable, et il n'éprouve pas cette fermentation violente qui cause l'évaporation des parties utiles et la moisissure du fumier.

» 12°. En Suisse on multiplie les eaux de la fosse à fumier, et on les recueille dans de grands réservoirs pour les y laisser fermenter pendant plusieurs semaines. Lorsque la fermentation se manifeste, on y jette du sulfate de fer ou de l'acide sulfurique pour saturer l'ammoniaque qui se développe et la convertir en sulfate d'ammoniaque. Le carbonate d'ammoniaque étant volatil, se perd en grande partie lorsque les eaux des fosses à fumier sont employées sans que préalablement l'ammoniaque soit convertie en sulfate : c'est là le but de l'emploi du sulfate de fer ou de l'acide sulfurique, comme on vient de l'indiquer.

» Des eaux ainsi préparées, répandues sur les prés en automne, au printemps, et même après la fenaison, produisent un très-grand effet.

» Après cette communication de M. Schattenmann, l'assemblée manifeste le désir que quelques-uns de ses membres veuillent bien faire des essais sur l'usage des eaux des fosses à fumier fermentées, saturées d'acide sulfurique, afin d'en constater l'utilité et de fixer le procédé pratique. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches relatives au mode d'action de la garance dans la coloration des os.* — Extrait d'une Lettre de M. GABILLOT.

« 1°. Si l'on plonge dans une décoction froide de garance une partie ou la totalité des tissus organiques dont se compose le corps de l'homme ou d'un animal, au bout d'un ou de plusieurs jours, selon la température, on trouvera les os, les parties cornées, les cartilages les plus compactes, seuls, rougis, en vertu de l'attraction moléculaire, ou affinité chimique qui existe entre ces corps et la matière colorante, les autres tissus conservant leur couleur naturelle, comme chez le vivant. Bientôt, colorés seulement à leur surface et dans leurs parties spongieuses, les os présentent insensiblement la couleur rouge dans toute leur épaisseur, lorsqu'on prolonge suffisamment l'immersion;

» 2°. Si l'on place ensuite les mêmes os rouges dans un bain d'eau acidulée ou alcaline, on ne tarde pas à obtenir, dans le même ordre, l'expulsion de proche en proche de la matière colorante. Avec le temps celle-ci disparaît entièrement;

» 3°. Par des immersions garancées et des bains alternés, on peut produire à volonté les viroles rouges et blanches, comme l'observait Duha-

mel, en nourrissant des animaux avec des aliments garancés et en interrompant leur usage;

» 4°. Si l'on fait macérer quelques fragments de tous les tissus organiques dans une légère dissolution de nitrate d'argent, le derme ou chorion *seul* contracte la couleur ardoisée ou la cyanose, les autres tissus gardant leur couleur naturelle, de même que dans la première expérience;

» 5°. On ne peut faire perdre à la peau cette nouvelle combinaison ou teinture hydrargiryque, qui n'est plus chassée, comme la matière fugace colorante de la garance;

» 6°. Ces actions électives sur les os et sur le derme présentent donc la même attraction et la même mobilité ou ténacité que sur le vivant.

» . . . . Les expériences de Duhamel, Hunter, Haller, etc., sur la coloration des os par la garance, et qui ont été reproduites dans ces derniers temps par M. Flourens, ont sanctionné cette croyance, en faisant proclamer que le phénomène, qui est pour moi purement chimique, d'imbibition moléculaire, donnait ainsi la preuve que les organismes étaient doués d'un mouvement continu de composition et de décomposition.

» Vainement le tatouage montrait, par sa fixité et sa constance, les preuves irrécusables que le derme conservait ses molécules propres pendant toute l'existence, qu'il n'en changeait point; on disait toujours: puisque les parties les plus dures du corps, les os, sont perpétuellement changées, offrent un état de mutation incessante, à plus forte raison les parties molles. Voilà le raisonnement tenu par tous les physiologistes; il a sans doute contribué à faire dire que, pour les organismes, la forme était plus importante que la matière, puisque celle-ci se renouvelait continuellement et celle-là persistait toujours. J'avance donc, au contraire, que la forme ne persiste que parce que la matière persiste elle-même. »

« M. **Flourens** dit qu'il n'y a nulle parité à établir entre les expériences de M. *Gabillot* et celles faites sur les animaux vivants.

» Dans les expériences de M. Gabillot, les substances, plongées dans l'eau chargée de garance, se colorent de l'extérieur à l'intérieur; et puis, lorsqu'elles sont ainsi colorées, si on les plonge dans un bain d'eau acidulée ou alcaline, elles se décolorent, en suivant le même ordre, c'est-à-dire toujours de l'extérieur à l'intérieur.

» Dans les expériences faites sur les animaux vivants, les couches nouvelles se déposent à l'extérieur; les couches anciennes, et par conséquent non colorées, se résorbent à l'intérieur.

» La marche du phénomène dans les deux ordres d'expériences est donc inverse.

» En second lieu, dit M. Flourens, si, dans mes expériences, le phénomène était purement physique, le temps pour la formation des couches colorées serait le même sur l'animal jeune et sur l'animal adulte. Or il n'en est rien. Le phénomène dont il s'agit est très-prompt sur l'animal jeune, très-lent sur l'animal adulte.

» Enfin, ajoute M. Flourens, dans mes expériences il n'y a proprement jamais décoloration. Jamais la matière colorante n'est isolément résorbée. Ce n'est pas cette matière colorante, mais la couche osseuse colorée qui finit par être résorbée.

» Cette matière colorante reste toujours dans la couche d'os qui la contient: c'est cette couche d'os même qui finit par être résorbée, et, avec elle, par conséquent, la matière colorante.

» Il n'y a donc pas successivement coloration et décoloration, mais formation de couches colorées et résorption de ces mêmes couches colorées au bout d'un certain temps, c'est-à-dire quand par la résorption des couches anciennes et intérieures de l'os, les couches colorées, d'abord les plus nouvelles et les plus extérieures, ont fini par devenir les plus anciennes et les plus intérieures par conséquent. »

« M. **Dumas**, à la suite de cette communication, prend la parole pour faire connaître à l'Académie que dans le cours de Chimie animale qu'il professe à la Faculté de Médecine il a été dans le cas, dans le printemps de 1839, d'exposer des vues analogues à celles que présente l'auteur de la Lettre qu'on vient d'analyser.

» Ces vues ont été développées à l'occasion des opinions que M. Dumas professe sur la nutrition. Elles appartiennent à notre confrère M. Serres et à M. Doyère, professeur au collége Henri IV, et sont fondées sur des faits observés par eux. Leurs préparations existent encore dans la collection de la Faculté de Médecine.

» Cette remarque était nécessaire pour prévenir toute difficulté sur la question de priorité, quand les auteurs qui ont permis à M. Dumas de faire usage de leurs observations dans son enseignement jugeront convenable de faire connaître eux-mêmes leurs découvertes au public. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Annonce d'un météore lumineux observé à Agen le 9 février au soir.* — Extrait d'une Lettre de M. DE SAINT-AMANS, officier en retraite, communiquée par M. *Biot.*

« ... Je me promenais hier au soir, 9 février, du nord-est au sud-est, sur nos boulevarts extérieurs, quand tout-à-coup mes yeux furent frappés, vers 7 heures 45 minutes, d'une grande lumière : ne voyant devant moi rien qui pût en être la cause, je me retournai vivement et j'aperçus alors dans le ciel un corps lumineux bleuâtre, de forme elliptique, d'à peu près trois mètres en apparence sur son grand axe, et d'un peu moins sur son petit. Le météore passa lentement à ma vue, de l'est à l'ouest, dans une région assez élevée; j'attendais une explosion, mais le plus petit bruit ne se fit point entendre, et ce corps igné alla se perdre, en apparence du moins, après 9 ou 10 secondes environ, dans un nuage grisâtre qui bordait à l'ouest notre horizon.

» Toute la journée du 9 avait été chaude pour la saison. Un vent d'est assez violent avait soufflé pendant tout le jour et jusqu'à l'approche du soir; mais il se faisait à peine sentir quand le météore parut. »

CHIRURGIE. — *Sur des faits relatifs à la myotomie rachidienne.* — Extrait d'une Lettre de M. HILAIRET.

« L'auteur d'un Mémoire sur les difformités de la taille, lu à la précédente séance, s'est servi de deux observations extraites de ma thèse inaugurale, pour combattre les opinions de M. J. Guérin sur la section sous-cutanée des muscles du dos. Comme quelques personnes, peut-être, auront pu faire peser sur M. Guérin la responsabilité de ce que j'ai écrit, je dois à la vérité de déclarer que ce praticien est tout à fait étranger à ma thèse. Les observations que j'y ai consignées ont été prises sur des malades de son service, mais non sous son inspiration.

» J'ai pu me tromper, et je me suis trompé en effet sur le degré de redressement du sujet de la quatrième observation, mais je n'avais point en cela pris conseil de M. Guérin, avec lequel je n'ai eu d'autres relations que d'avoir assisté à ses conférences cliniques sur les difformités.

» Les faits dont j'ai été témoin, en suivant pendant dix mois cette clinique, m'ont fourni la preuve que les déviations de l'épine sont souvent, ainsi que l'annonçait le professeur, le résultat de la rétraction musculaire,

et que cette sorte de déviation, quand elle n'est encore qu'au premier degré, peut être traitée souvent avec succès par la myotomie sous-cutanée. Quand la difformité est au deuxième degré, les chances de succès sont beaucoup moindres; quand, enfin, elle est au troisième degré, l'opération ne me paraît pas devoir être tentée. »

M. **Lamare-Picquot** écrit qu'il n'a point attribué à tous les serpents l'habitude de téter les vaches, mais qu'il a rapporté, d'après des témoignages nombreux, qu'une espèce asiatique, le Demnha des Hindous (*Coluber Korros*), a en effet cette habitude, et que l'examen qu'il a fait de la bouche de ce reptile lui paraît conduire à des conclusions plutôt favorables que contraires à la croyance généralement répandue dans le pays.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen du précédent Mémoire de M. Lamare-Picquot.)

« M. **Duméril** fait remarquer à cette occasion qu'il serait bien à désirer que M. Lamare-Picquot pût mettre les naturalistes à portée d'examiner son Demnha, qui peut-être n'est pas, comme il le pense, l'espèce désignée dans les catalogues systématiques sous le nom de *Coluber Korros;* du moins chez cette dernière espèce, qui est bien connue des erpétologistes, on ne trouve dans la conformation de la bouche rien qui rende moins impossible que chez les autres ophidiens l'action de téter. »

M. **Martin**, de Vervins, demande que ses nouveaux procédés relatifs à l'art de l'amidonnier soient admis à concourir pour le prix concernant les arts insalubres. Ces procédés, déjà présentés pour un précédent concours au même prix, avaient été écartés par la Commission comme ne remplissant pas une des conditions exigées, celle de l'application usuelle faite sur une grande échelle. « Aujourd'hui, dit M. Martin, cette objection ne peut plus m'être opposée, puisque mes procédés sont mis en pratique dans un grand établissement situé à Paris et que pourront visiter MM. les membres de la Commission. »

M. **Boutigny** adresse une réclamation de priorité relativement à l'explication donnée par M. Jobard, de Bruxelles, pour certains cas d'*explosions de machines à vapeur.* M. Boutigny paraît n'avoir connu la Note de M. Jobard que par des extraits incomplets; les deux explications sont réelle-

ment si différentes, que le rapprochement des dates de l'une et de l'autre devient à peu près sans objet.

M. **Tavignot** annonce avoir pratiqué avec succès, sur plusieurs animaux, la ligature sous-cutanée de gros troncs artériels; il pense qu'une pareille opération pourrait également être tentée sur l'homme, mais il n'a pas eu l'occasion de la pratiquer.

M. **Gannal** transmet la copie d'une lettre de M. le Maire d'Artigues à M. le Préfet de la Gironde, concernant l'état dans lequel a été trouvé, au moment de l'exhumation, le corps d'un jeune enfant préparé suivant les procédés de M. Gannal.

Cet enfant avait été assassiné dans la nuit du 16 mars 1840. Le corps, préparé par M. Gannal, resta exposé jusqu'au 2 juin; à cette époque il fut envoyé à Bordeaux pour être présenté au tribunal qui avait à prononcer sur le sort de l'assassin, puis enterré au mois de juillet. L'exhumation a eu lieu à la fin de l'année 1841, et le cercueil ayant été ouvert en présence du maire et d'un témoin, on a trouvé le cadavre dans un état parfait de conservation; les organes intérieurs n'étaient nullement altérés et les substances conservées dans l'estomac paraissaient être dans le même état qu'au moment de la mort.

M. **Korilski** adresse quelques considérations sur les causes auxquelles doit être attribué, suivant lui, l'écrasement du tube intérieur du puits de Grenelle.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés, l'un par M. **Baudelocque**, l'autre par M. **Berger**.

La séance est levée à cinq heures et un quart. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 6, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; 3e série, tome III, décembre 1841; in-8°.

Nouvelles Annales des Voyages; janvier 1842; in-8.

Recueil de la Société polytechnique; décembre 1841; in-8°.

Voyage dans l'Amérique méridionale; par M. D'ORBIGNY; 53e et 54e livraisons; in-4°.

Mémoire et observations pratiques sur une puissante médication curative de la Surdité, de l'Amaurose, de certaines Cataractes et des Névralgies; par M. TERRIER; in-8°.

Observations sur le Polygonum tinctorium; *par* M. JAUME SAINT-HILAIRE; in-8°.

Paléontologie française, terrains jurassiques; 1re livr.; in-8°.

Mémoire sur la Synapte de Duvernoy; par M. DE QUATREFAGES; in-8°.

Traité des trois puissances, Maritale, Paternelle et Tutélaire; par M. CHARDON; tome Ier; Auxerre; in-8°.

Léonard de Vinci, 1452 à 1519; par M. DELECLUZE; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; février 1842; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; janvier 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; février 1842; in-8°.

Le Technologiste; février 1842; in-8°.

Théorie et pratique de l'éducation des Enfants arriérés et idiots; par M. E. SÉGUIN; 1er trimestre 1842; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; février 1842; in-8°.

Novorum actorum Academiæ Cæsareæ Leopoldini-Carolinæ, naturæ curiosorum voluminis duodevicesimi supplementum primum, cum tabulis XXXIII, 1841, in-4°. (Présenté par M. DE MIRBEL.)

Proceedings.... *Procès-Verbaux de la Société zoologique de Londres;* partie 8e; 1840; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 439 à 441; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 7.

L'Écho du Monde savant; nos 703 et 704.

Gazette des Hôpitaux; n° 17—19.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 241.

L'Examinateur médical; n° 7.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — JANVIER 1842.

9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
764,38	— 2,3		763,86	— 1,6		763,50	— 1,0		763,12	— 0,8		— 0,9	— 3,0	Couvert	N. N. O.
760,49	— 1,1		760,64	— 0,4		759,82	0,0		758,84	+ 0,1		+ 0,1	— 2,0	Couvert	N. N. O.
756,61	— 1,0		756,26	— 0,7		755,98	— 0,8		755,16	— 1,9		— 0,5	— 1,9	Couvert	N.
754,13	— 3,8		754,31	— 4,2		754,70	— 4,4		755,71	— 5,2		— 3,9	— 4,1	Couvert	N. N. E.
756,96	— 4,8		756,83	— 4,0		756,97	— 4,3		758,11	— 4,3		— 4,2	— 6,0	Couvert	N.
759,46	— 1,9		759,22	— 0,4		759,79	— 0,7		762,21	— 2,0		— 0,6	— 5,2	Couvert	N. N. E.
765,91	— 6,0		765,96	— 3,6		766,11	— 4,0		766,74	— 6,4		— 3,2	— 7,0	Beau	N.
766,49	— 7,7		765,78	— 6,0		764,85	— 5,5		763,82	— 6,0		— 5,6	— 8,9	Beau	N. E.
762,33	— 8,2		761,58	— 6,2		761,48	— 5,6		762,04	— 8,2		— 5,4	— 9,0	Beau	E. N. E.
62,49	— 7,0		762,08	— 5,8		761,68	— 4,9		761,36	— 4,5		— 4,6	—10,0	Couvert	S.
59,62	— 4,6		759,81	— 3,5		759,24	— 3,2		760,13	— 5,4		— 2,9	— 5,3	Couvert	S.
61,82	— 7,6		761,24	— 4,2		761,41	— 3,0		761,02	— 6,0		— 3,0	— 9,0	Beau	S. S. E.
57,67	— 4,8		757,22	— 2,8		755,18	— 2,6		752,28	— 3,2		— 2,0	— 7,1	Couvert	S. E.
51,31	+ 1,4		751,20	+ 2,7		750,30	+ 3,1		751,38	+ 2,5		+ 3,2	— 3,0	Couvert	S.
56,42	+ 2,2		756,89	+ 3,0		757,37	+ 3,1		758,24	+ 2,2		+ 3,1	— 0,2	Couvert	N. N. O.
58,58	+ 0,8		758,17	+ 1,4		757,85	+ 1,8		760,09	+ 1,9		+ 2,7	— 0,4	Couvert	S. S. O.
63,46	+ 0,6		763,52	+ 4,1		763,93	+ 4,2		765,00	+ 1,9		+ 4,1	— 0,9	Très-nuageux	O. S. O.
66,96	— 1,0		766,98	— 0,3		766,09	+ 1,3		768,52	+ 2,0		+ 1,9	— 1,8	Brouillard	N. O.
68,63	+ 1,0		767,14	+ 1,5		765,91	+ 1,8		763,41	+ 1,0		+ 3,0	0,0	Nuageux	N.
59,65	— 0,2		759,83	+ 0,5		758,00	+ 0,8		757,82	+ 0,7		+ 0,7	— 1,2	Couvert	N. E.
58,65	+ 0,2		758,59	+ 0,3		758,53	+ 0,4		759,08	+ 0,2		+ 0,2	— 0,4	Couvert	N. E.
56,32	— 0,2		754,48	+ 0,6		752,60	+ 0,4		745,00	+ 0,9		+ 3,6	— 0,8	Couvert	S. S. E.
40,25	+ 0,9		740,69	+ 2,1		742,27	+ 2,6		747,29	+ 0,9		+ 4,2	+ 0,3	Couvert	O.
53,22	— 0,4		753,59	+ 1,0		754,21	+ 1,4		753,80	— 3,0		+ 2,0	— 2,2	Beau	O. N. O.
44,44	— 1,6		744,33	— 0,5		745,71	— 0,2		750,66	+ 2,7		0,0	— 4,4	Neige	S. S. E.
52,62	+ 0,2		750,81	+ 1,4		745,77	+ 2,5		747,67	+ 4,4		+ 5,0	— 1,0	Pluie et neige	S.
54,12	+ 3,8		754,24	+ 6,2		756,12	+ 5,7		757,37	+ 2,5		+ 6,7	+ 2,4	Beau	O.
55,98	+ 1,4		755,61	+ 3,6		755,26	+ 3,3		756,87	+ 3,0		+ 4,0	+ 0,5	Nuageux	S. O.
58,45	+ 0,5		758,05	+ 2,0		758,26	+ 2,1		759,82	+ 0,8		+ 3,6	— 0,3	Couvert	O. N. O.
62,45	+ 0,6		762,72	+ 1,8		763,12	+ 1,6		764,15	+ 0,6		+ 2,1	— 0,4	Nuageux	N. E.
64,93	— 1,2		764,37	— 0,8		763,42	— 0,1		762,64	+ 0,5		+ 0,5	— 2,1	Brouillard	E.
60,93	— 4,4		760,65	— 3,3		760,49	— 3,1		760,71	— 3,9		— 2,9	— 5,7	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
60,41	— 1,2		760,20	+ 0,2		759,52	+ 0,7		759,79	— 0,2		+ 1,1	— 2,9	... Moy. du 11 au 20	Cour. 2,880
54,68	+ 0,4		754,32	+ 1,6		754,12	+ 1,8		754,94	+ 1,2		+ 2,9	— 0,8	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 1,895
58,67	— 1,7		758,39	— 0,5		758,04	— 0,2		758,38	— 1,0		+ 0,4	— 3,1	.... Moyennes du mois....	— 1,4

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« MÉDECINE. — M. **Larrey** lit un Mémoire *sur l'anévrisme du cœur*, lequel n'est, à proprement parler, qu'un développement d'un autre travail sur le même sujet inséré dans le troisième volume de sa *Clinique chirurgicale*. Dans ce Mémoire M. Larrey prouve que les principes qui font la base de celui publié en 1829 sont fondés et méritent l'attention des praticiens. Dans le dernier Mémoire il fait vérifier aussi les avantages inappréciables qu'il a retirés de la thérapeutique tracée dans le premier, et qui a pour base, 1° une médication propre à combattre la cause morbifique spontanée de la maladie; 2° les saignées révulsives faites aux régions dorsales et l'application du moxa sur la région précordiale précédée de celle de la glace concassée contenue dans une vessie lorsque les sujets peuvent en supporter l'usage. A la fin de ce Mémoire, M. Larrey cherche à expliquer les phénomènes de la dilatation anévrismale du cœur et les effets des topiques appliqués sur la région de la poitrine qui y est le plus en rapport avec cet organe. Ensuite M. Larrey a rapporté l'observation de quatre personnes du sexe, affectées de cette maladie au plus haut degré, qu'il a conduites à une guérison complète et qu'il a présentées à l'Académie. Il a de plus présenté

un thermomètre à mercure de Réaumur, qu'il a fait faire exprès pour indiquer la température de la région du cœur qui s'élève de plusieurs degrés selon l'accumulation plus ou moins considérable du sang dans les cavités de cet organe, au-dessus de celle qui se manifeste aux autres régions de la périphérie du corps de l'individu malade. »

PHYSIOLOGIE. — *Exposé de quelques faits relatifs à la coloration des os chez les animaux soumis au régime de la garance; par* MM. **Serres** *et* **Doyère**.

Note de M. **Serres**.

« L'Académie a reçu dans la dernière séance une Lettre concernant le phénomène de coloration des os par la garance, dans laquelle sont exprimés quelques-uns des résultats auxquels nous sommes parvenus, M. Doyère et moi, depuis près de deux ans, par une longue série d'expériences faites sur les animaux vivants et après la mort. Les paquets cachetés que nous avons déposés à l'Académie en 1840 et 1841, ainsi que la leçon professée sur ce sujet par M. Dumas, à la Faculté de Médecine, en 1840, nous dispensent de toute réclamation relativement à la priorité des faits que nous allons faire connaître. Aussi n'est-ce pas là l'objet de la promptitude que nous avons mise à notre communication; cette promptitude a pour but de ne pas laisser compromettre, par des aperçus vagues, une question déjà si controversée dans la science, à cause peut-être du cercle trop étroit dans lequel on la renfermait.

» En élargissant ce cercle, en appliquant à l'étude du phénomène de la coloration des os par la garance les données que pouvaient nous fournir les progrès de la chimie, ceux de l'application du microscope à la structure du système osseux, ceux non moins remarquables du développement des êtres organisés, nous sommes arrivés à une explication toute différente de celle que pouvaient fournir les seules expériences physiologiques. Les anatomistes et les physiologistes en jugeront la valeur, après avoir apprécié celle des procédés et des expériences qui nous y ont conduits.

» N'ayant été informés que samedi soir de la nécessité où nous étions de faire notre communication dans la séance d'aujourd'hui, je prie l'Académie de permettre que la lecture du résumé de nos expériences soit faite par mon savant collaborateur M. Doyère. »

Lecture de M. **Doyère**.

« Aucun sujet, peut-être, n'a fixé l'attention d'un plus grand nombre d'hommes éminents; aucun n'a fourni des résultats plus précis et plus dé-

cisifs, en apparence, que la coloration des os chez les animaux soumis au régime de la garance; mais comment eussions-nous conservé toute notre confiance première dans ces résultats, le jour où nous avons vu, à n'en pouvoir douter, que ce beau phénomène n'avait réellement pas subi l'épreuve des moyens d'observation les plus sûrs et les plus rigoureux que possède la science. Deux auteurs seulement, Rutherford et Gibson (1), ont cherché dans la connaissance de la chimie, les bases d'une explication

---

(1) Nous ne croyons pas avoir à mentionner ici les titres des auteurs qui nous ont précédés. M. Flourens l'a fait avec tout le soin et toute l'impartialité possibles, dans le travail qu'il vient de publier sur cette matière, mais nous devons dire quelques mots de Rutherford et de Gibson, les seuls qui nous paraissent avoir échappé à la savante analyse qu'il a faite des recherches antérieures aux siennes.

Rutherford est le premier qui ait dit que le phosphate de chaux est chimiquement combiné dans les os rougis avec le principe colorant, et y constitue une *laque*. Quant à la manière dont cette combinaison s'opère, c'est, suivant lui, au moment où la molécule de phosphate de chaux tenue en dissolution dans le sérum du sang, se précipite pour prendre place dans l'os; c'est, en un mot, dans et par l'ossification même; la coloration est un phénomène de nutrition; seulement la nutrition, dans ce cas, est un phénomène chimique.

Gibson, au contraire, pense que la coloration a lieu dans le tissu tout ossifié; que ce n'est pas autre chose qu'un phénomène de teinture dans le quel le phosphate joue le rôle d'un mordant. C'est entièrement là l'opinion que nous adoptons, ainsi que la suite de ce Mémoire va le faire voir.

On peut dire sans hésiter que l'opinion de Gibson n'a laissé aucune trace dans la science, ou du moins qu'elle n'a pas pénétré dans la science française, fait facile à expliquer d'ailleurs pour quiconque a lu son Mémoire. Gibson n'apporte en preuve qu'une seule expérience qui lui appartienne, et cette expérience est mauvaise; dans tout le reste, il s'appuie sur les expériences des autres, que non-seulement il n'a pas répétées, mais dont il ne paraît pas même avoir toujours compris les résultats. Ainsi l'un de ses arguments les plus puissants est celui-ci. « Les os se colorent *complétement* en six jours; et d'un » autre côté, tous les observateurs s'accordent à dire qu'*il faut moins d'une semaine* » *pour qu'ils soient complétement décolorés :* ce serait donc cinquante-deux renou- » vellements complets que l'os éprouverait dans une année; etc., etc. » Or, il suffit de lire les travaux de Duhamel, et ceux de M. Flourens, pour apprécier à leur juste valeur les deux assertions sur lesquelles ce raisonnement s'appuie, et pour prononcer que si Gibson a fait rougir des squelettes par l'alimentation colorante, du moins n'a-t-il pas étudié le phénomène de leur décoloration lorsqu'on remet les animaux au régime ordinaire.

Nous ne connaissons le travail de Rutherford que par celui de Gibson. (*Mém. de Manchester,* 2e série, t. I, 1805, p. 146.)

simple de ce fait, que seuls jusqu'ici ils ont voulu faire descendre de ces régions élevées de la physiologie où il semble à peine possible que l'expérimentation directe puisse atteindre. Mais personne encore ne paraît avoir soumis au microscope, ni même observé à l'aide d'une simple loupe, un fragment d'os rougi par cette expérience, du moins dans le but d'en étudier la nature intime. Dès lors il était évident qu'il y avait là une voie pour parvenir à de nouvelles, et peut-être à d'importantes découvertes, et c'est là une des causes qui nous ont déterminés à entreprendre le travail dont nous allons avoir l'honneur de mettre les résultats sous les yeux de l'Académie.

» Dans le but de réduire cet exposé à de moindres proportions, nous lui donnerons la forme d'un petit nombre de propositions, appuyées seulement sur les faits qui nous ont paru les plus décisifs; et d'un autre côté, nous nous sommes proposé de ne tirer de ces faits que leurs conséquences les plus immédiates.

I. *De la coloration des os, dans sa nature.*

» Si l'on prenait à la lettre les expressions des observateurs, on devrait croire que dans un animal tué après quelques jours d'un régime énergique, les os seuls présentent une teinte due en tout ou en partie aux principes colorants de la garance. Ce n'est point là sans nul doute ce qu'ils ont voulu dire : car il est à peu près impossible qu'ils n'aient pas observé au moins quelques-uns des phénomènes suivants (1) :

---

(1) Le chien est l'animal sur lequel nous avons principalement expérimenté, et c'est de lui qu'il s'agira dans tout ce que nous allons dire, à moins d'indication contraire. Lorsque nous dirons *fortement rougi, coloration intense,* il s'agira de la coloration qui se produit par une alimentation dans laquelle la garance n'entre qu'à une dose assez médiocre, mais qui a été prolongée de huit à quinze jours. Les mots *régime énergique* désignent, au contraire une alimentation dans laquelle la garance entre en plus grande abondance, mais qui ne peut se prolonger au-delà de quelques jours. On nous demandera sans doute d'établir des proportions, de donner des nombres exacts; nous serions obligés de répondre que cela est impossible; car ce que nous pouvons dire, c'est que l'effet colorant est en raison composée de la dose de garance, de la durée du régime et de la plus grande jeunesse de l'animal; mais les effets toxiques croissent suivant une proportion beaucoup plus rapide encore. Donner peu de garance en commençant; augmenter par degrés en évitant d'en donner assez pour provoquer des vomissements; museler fortement l'animal pour l'empêcher de vomir, si l'on veut en donner davantage; telles sont à peu près

» Le tissu cellulaire et les aponévroses sont teintés en rose, que l'action de l'ammoniaque fait virer au pourpre.

» Il en est de même des membranes séreuses et des fluides qu'elles contiennent.

» La teinte rose offre une intensité toute particulière dans le tissu adipeux sous-cutané; c'est même à l'abondance de la matière colorante dans ce tissu qu'est due une couleur pourpre très-manifeste que prend, dans l'animal vivant, la peau nue du ventre et de l'intérieur des cuisses. Chercher la cause de cette particularité nous eût semblé d'un grand intérêt.

» Elle n'abonde pas moins dans le foie, puisque la couleur si foncée de cet organe en est altérée. La bile a totalement perdu sa couleur caractéristique (1).

» En un mot, la substance blanche du cerveau, les cartilages et les tendons sont les seuls tissus dans lesquels l'absence de la coloration rose nous ait paru incontestable.

» Mais ce qui distingue la coloration de ces divers tissus, par rapport à celle des os, c'est beaucoup moins la vivacité et la densité de celle-ci, circonstances secondaires, que sa stabilité. Elle est fixée dans le tissu osseux; de longues macérations, ni l'action chimique de certains dissolvants des principes colorants de la garance, ne la font point disparaître, tandis qu'il suffit d'un simple lavage ou d'un séjour un peu prolongé dans l'eau pour l'enlever complétement aux autres tissus. En un mot, c'est que, dans ceux-ci, la coloration appartient encore à la partie fluide du sang qui les baigne, tandis que dans l'autre, le principe colorant a quitté la partie fluide du sang pour devenir une partie du tissu lui-même.

» Nous parlons de la coloration comme ayant son principe dans le sang, c'est là une proposition dont la preuve paraîtra surperflue sans doute; rien ne serait, au reste, plus facile que de l'établir jusqu'à l'évidence. Il

---

les seules règles que l'on puisse assigner à l'alimentation colorante, du moins relativement aux animaux que nous avons choisis.

(1) L'urine est fortement colorée, fait bien connu, qui a permis d'apprécier le temps que met le principe colorant à passer de l'estomac dans les résultats de la sécrétion urinaire.

Les excréments nous ont fourni l'occasion d'une observation assez curieuse. Après un certain temps, chez certains de nos animaux, ils ont perdu la couleur foncée qui leur est propre, pour devenir d'un blanc coloré de la même teinte rose que les os. Nous avons remis à M. Dumas, qui les conserve, quelques-uns des résultats de cette observation, qui mériterait peut-être que l'on y donnât quelque suite.

suffirait de saigner un animal, et de laisser reposer le sang pendant vingt-quatre heures. Après ce temps, on observe ce qui suit :

» Le sérum qui surnage est revêtu d'une pellicule très-mince; en la recueillant, on verra que c'est une matière aussi riche pour les yeux, en coloration, que le serait une couche de *laque de garance* du commerce. Nous n'en avons point étudié la nature.

» Le sérum lui-même est d'une belle couleur rose-pourpre.

» La couenne, lorsqu'elle existe, est assez fortement colorée pour que des yeux inexercés pussent la confondre avec le caillot dans certains cas.

» Quant au caillot lui-même, on n'y saisit que sa couleur propre; mais qu'il soit desséché, broyé, jeté et agité dans l'acide sulfurique concentré; que l'acide soit ensuite décanté avec soin, étendu d'eau et saturé par l'ammoniaque, et l'on y verra apparaître la couleur pourpre dans laquelle les alcalis transforment la teinte rose ou rouge de la purpurine et de l'alizarine.

» Maintenant quel est le principe spécial au tissu osseux, dont la présence puisse expliquer la fixité de la teinte que prennent les os sous l'influence de l'alimentation colorante? C'est le phosphate de chaux.

» Le phosphate de chaux des os est basique et insoluble : à ce double titre, il partage avec les autres sous-sels insolubles, la propriété de se combiner aux matières colorantes, et de constituer avec elles un composé insoluble appartenant à ce genre de composés que l'on a désignés sous le nom de *laques*. C'est là un fait parfaitement connu des chimistes et dont il est facile à tout le monde de se convaincre. Ainsi :

» Que l'on verse successivement dans une dissolution aqueuse de garance filtrée, du chlorure de calcium et du phosphate de soude, il se précipitera une laque de phosphate de chaux, mais d'une couleur fort impure, parce que l'alizarine et la purpurine sont très-peu solubles dans l'eau, et que la dissolution aqueuse était presque exclusivement colorée par les principes solubles.

» En versant une dissolution acide du phosphate de chaux des os dans une solution alcaline obtenue de la garance après l'avoir traitée par l'acide sulfurique et le carbonate de soude, on obtiendra une laque beaucoup plus belle.

» Celle que l'on précipite d'une dissolution alcoolique de purpurine ne le cède en rien à la coloration que prennent les os dans le phénomène physiologique qui nous occupe.

» Enfin on peut obtenir un précipité de la plus belle teinte dans le sérum coloré lui-même ; mais cette teinte est toujours légère, parce que la précipitation du phosphate de chaux est toujours accompagnée d'une précipitation abondante de flocons albumineux.

» Tels sont, en quelque sorte, les prolégomènes des propositions qui vont suivre ; voyons maintenant ces propositions elles-mêmes.

» Proposition Ire. — *Sans être extérieure au tissu osseux, la coloration n'y pénètre pourtant qu'à une profondeur tellement peu considérable, que la minceur de la couche colorée suffirait seule pour enlever au phénomène une grande partie de son importance physiologique.*

» Cette proposition contredit si fortement les faits généralement reçus, qu'elle paraîtra d'abord tout à fait inintelligible ; mais nous espérons qu'un très-petit nombre d'explications la rendront vraie pour tout le monde.

» Lorsque l'on scie transversalement, dans son milieu, le corps d'un os long, et que l'on regarde la section, on voit une teinte continue rose qui s'enfonce, en s'affaiblissant dans la profondeur de l'os : c'est là *la coloration apparente;* la portion de l'os qu'elle envahit est ce qu'on a appelé *la virole colorée.*

» Mais observons cette même surface de section avec une loupe un peu forte, et déjà nous verrons cette teinte continue se décomposer en un semis de points dispersés sur un fond blanc.

» Au lieu d'une loupe grossissant vingt fois, employons un microscope grossissant de deux à trois cents fois, et chaque point deviendra un cercle coloré entourant un trou pratiqué dans la substance osseuse, et la comparaison de la section transversale avec une section longitudinale du même tissu aura bientôt prouvé :

» 1°. Que le trou est un canalicule, et que ce canalicule est le lieu d'un vaisseau capillaire d'autant plus délié que l'animal approche davantage de l'âge adulte ;

» 2°. Que le cercle coloré n'est autre chose que la coupe transversale d'un cylindre creux coloré qui constitue la paroi immédiate du canalicule. Ce cylindre creux a pour substance la portion colorée du tissu osseux, il est en continuité absolue avec le reste, qui demeure incolore.

» Voilà pour l'épaisseur de la virole colorée. Sa limite extérieure offre de même une couche colorée d'une minceur tout à fait comparable à celle qui enveloppe les canalicules les moins profondément situés.

» La coloration ne se produit d'ailleurs qu'au contact immédiat des ramifications artérielles et capillaires du tissu osseux lui-même ou du périoste, et nous avons été d'autant plus frappés de ce résultat, que, par une circonstance qui nous était spéciale, nous attendions positivement une coloration générale du tissu osseux *dans sa profondeur*. Nous demandons à l'Académie la permission d'arrêter un instant son attention sur un fait qui n'est pas étranger aux recherches dont il s'agit ici, et qui intéresse certainement l'histoire physiologique du tissu osseux.

» Tous les observateurs ont vu ce que l'on appelle les *corpuscules osseux*. Ce sont de très-petites taches que Leeuwenhœck et Malpighi avaient déjà signalées, que Purkinje et Retzius ont décrites dans une certaine partie du tissu dentaire. Beaucoup d'auteurs ont cru que c'étaient les sels calcaires des os qui se montraient là sous forme de dépôts et libres de toutes combinaisons chimiques avec les principes organiques, et M. Müller lui-même, dans ses *Éléments de Physiologie* (1), s'attache seulement à prouver que ces corpuscules ne constituent pas la plus grande partie des sels calcaires. Or nous avions déjà observé depuis quelque temps que ces prétendus corpuscules ne sont que des cavités microscopiques que rattache un réseau canaliculaire considérablement plus délié que les systèmes capillaires les plus déliés que nous connussions, et nous n'avions pas hésité à croire que ce nouveau système de conduits pouvait être l'organe de la nutrition intime du tissu, organe qu'aurait seulement alimenté le système capillaire.

» Rien de plus simple d'ailleurs que de prouver le fait que nous annonçons, relativement à la nature des *corpuscules osseux*. Il suffit d'étudier avec un peu d'attention la manière dont ils se comportent lorsqu'on plonge une lamelle extrêmement mince de tissu osseux sec, dans un bain d'huile. Pour cela, il faut placer cette lamelle au foyer du microscope, entre les deux verres minces d'un compresseur, et y faire passer une goutte d'huile. Les prétendus corpuscules prennent instantanément l'aspect de taches opaques et noires, avec un point brillant à leur centre, entourées d'un inextricable réseau de lignes infiniment déliées; et quiconque aura étudié la réfringence des corps plongés dans les liquides, comme moyen d'observation microscopique, prononcera immédiatement que, du moins dans le tissu osseux sec, la matière des corpuscules doit être une substance d'un indice de réfraction extrêmement différent de celui de l'huile; ou plutôt il

---

(1) Page 392 de la traduction anglaise, 2ᵉ édition.

jugera de suite qu'un gaz seul peut produire l'effet optique qu'il a sous les yeux. D'ailleurs, pour que sa conviction à cet égard se change en certitude, il lui suffira de prolonger l'observation, car bientôt les lignes noires disparaîtront, les plus déliées d'abord, les plus grosses et les points d'anastomose ensuite; les angles des corpuscules s'arrondiront; le corpuscule lui-même ne sera bientôt plus qu'un ovoïde microscopique, puis une petite sphère dans laquelle tout le monde reconnaîtrait une bulle d'air. Enfin la bulle d'air elle-même finit par disparaître.

» Que contiennent pendant la vie ces cavités et le réseau de canaux qui les fait communiquer entre elles? Un fluide, sans aucun doute; mais l'étude des phénomènes de la coloration des os vivants par la garance, ne nous autorise pas à croire qu'ils soient, comme nous l'avons pensé, le siége d'une circulation quelconque en rapport avec la circulation du sang; jamais et par aucun moyen nous n'avons pu y saisir aucune trace de la pénétration d'un fluide provenant du système artériel ou capillaire.

» Ainsi, une couche en contact avec le périoste, et une couche entourant les vaisseaux capillaires de la *virole colorée*, voilà ce qui, selon nous, constitue la *coloration vraie* du tissu osseux, dans les animaux rougis par le régime de la garance.

» Or, nous ne croyons pas pouvoir évaluer *en moyenne* l'épaisseur de ces couches à plus d'*un à deux centièmes* de millimètre. C'est là l'épaisseur réelle de la *coloration vraie* du tissu osseux, même après l'action d'une alimentation énergique ou longtemps continuée (1).

» Et comme la distance des canalicules entre eux est généralement plus grande que le double de cette quantité, il est évident que même dans la virole osseuse dont la *coloration apparente* est la plus intense, la majeure partie du tissu osseux sera demeurée blanche.

» Ainsi il faut rayer de l'histoire du phénomène que nous étudions, ces mots qu'il était permis d'employer à une époque où l'on ne s'était pas encore servi du microscope; ces mots auxquels on avait donné tant de portée et dont il semblait en effet permis de tirer des conséquences si affir-

(1) Cependant nous devons dire que le temps nous a manqué pour prendre un aussi grand nombre de mesures que nous l'eussions désiré. Nous ne mettons pas en doute que, dans certains cas, l'épaisseur de la couche ne puisse atteindre le double de celle que nous lui assignons, ou même peut-être davantage.

matives touchant la nature de l'intussusception et de la nutrition intime des tissus : *Que la coloration se fait dans la profondeur du tissu osseux.*

» Et nous n'avons plus affaire à un phénomène se passant dans la profondeur la plus intime du tissu le plus dense de toute l'économie, mais bien à un phénomène ayant pour lieu une surface matérielle plus ou moins poreuse, plus ou moins perméable, et dont l'effet ne peut se mesurer que par les fractions du millimètre les plus petites qu'il soit possible d'employer à la mesure des objets, même avec l'habitude la plus grande des instruments grossissants.

» Or en partant de cette connaissance du siége de la coloration, nous disons :

» Proposition II.—*Que cette coloration n'est qu'un phénomène de teinture.*

» Ici toute preuve directe est impossible, puisqu'il s'agit d'actions exclusivement moléculaires; les seules bases sur lesquelles une conviction puisse être établie sont donc des inductions purement analogiques, tirées de faits dans lesquels la nature du phénomène soit évidente pour tout le monde. Voyons jusqu'où nos expériences nous permettront de pousser l'induction analogique.

» *Première expérience.* — Un fragment d'os plongé dans une dissolution de garance, se colore. Sa coloration est aussi fixe, elle pénètre au moins aussi profondément que celle qui est la conséquence de l'alimentation colorante. Elle se conduit de la même manière avec les alcalis, les acides et tous les réactifs chimiques dont nous avons étudié l'action sur les os colorés physiologiquement; son apparence sous le microscope n'offre rien qui la distingue.

» *Deuxième expérience.* — Nous enfonçons dans les muscles pectoraux d'un pigeon déjà sous l'influence d'un régime colorant énergique, des fragments d'un os ou d'une dent de mammifère, de reptile ou de poisson, taillés en aiguilles; nous les retirons après vingt-quatre à trente heures, et ils sont colorés (par places), de la même teinte que le squelette de l'oiseau lui-même. De semblables aiguilles colorées depuis deux ans sont sous les yeux de l'Académie.

» *Troisième expérience.* — Ne serait-il pas possible d'arriver à produire la coloration générale du squelette, telle que la produit le régime de la garance? Oui. Il suffit pour cela d'injecter dans le système artériel des dissolutions colorées convenablement choisies.

» Celle qui nous a le mieux réussi a pour dissolvant l'eau alcalinisée par une proportion de trois à cinq millièmes de soude. La seule préparation que nous eussions fait subir à la garance avait consisté dans un

traitement assez imparfait, par l'acide sulfurique, et c'est probablement à cette circonstance que nous devons attribuer la légère différence de teinte que présente notre coloration artificielle. Deux à trois jours ont suffi pour donner au squelette d'enfant que l'Académie a sous les yeux, une teinte notablement plus forte que celle de ce jeune cochon, nourri pendant dix-sept jours d'aliments mêlés de garance.

» Nous avons réussi sur des chiens, en les injectant immédiatement après les avoir tués, et sur des cadavres d'enfants, en les injectant vingt-quatre ou trente heures après leur mort; mais les résultats de la coloration artificielle se rapprochent peut-être un peu moins de ceux de la coloration naturelle dans le premier cas que dans le second.

» Le désir de nous rapprocher autant que possible des produits de la coloration par le régime, sous le rapport de la beauté de la teinte, nous avait conduits à injecter la purpurine en dissolution, soit dans l'alcool, soit dans la solution d'alun; mais ces essais ne nous ont donné aucun résultat, et nous ne les avons pas répétés.

» *Quatrième expérience.* — Un os long étant dépouillé de son périoste et gratté avec soin pour qu'aucune portion molle n'en revête immédiatement la surface, et l'animal mis à un régime énergique, après que l'on a fermé la plaie; la portion dépouillée et grattée se colore comme celle dont le périoste est demeuré intact.

» Cette expérience a d'ailleurs été variée de plusieurs manières; ainsi, l'os se colore encore lorsqu'on interpose entre le périoste et sa surface une lame de platine; la teinte n'en paraît pas même affaiblie, au moins dans le plus grand nombre des cas.

» Dans une de ces expériences, exécutée sur la face supérieure du crâne d'un chien d'assez grande taille, la lame de platine dont nous nous sommes servis n'avait pas moins de 5 centimètres sur 3.

» Ici nous croyons avoir conservé aux conditions du phénomène chimique tout ce qu'elles ont d'essentiel, tout ce qui le constitue dans les expériences précédentes; et cependant nous avons agi sur un tissu vivant, encore susceptible de reprendre toutes ses fonctions, car bientôt un nouveau périoste s'organise pour le remplacement de la lame enlevée. Aussi n'avons-nous pas cru devoir pousser nos expériences plus loin, tant il nous eût semblé difficile d'établir un rapprochement plus complet entre le fait chimique, d'une part, et le fait vital de l'autre (1).

(1) Nous avons prévu une objection qui est celle-ci: « Comment dire qu'un phéno-

» Rutherford, tout en affirmant que le phénomène de la coloration était, de sa nature, purement chimique, y voyait en même temps un phénomène de nutrition et d'accroissement, car il admettait que la molécule de phosphate calcaire se colorait par précipitation au moment même où elle quittait le sérum pour se fixer dans l'os en se combinant avec la substance organique. C'est là une vue que, après de longues réflexions, nous n'avons pu admettre. Car la coloration est en rapport direct sous le triple point de vue de la promptitude avec laquelle elle se produit, de la profondeur à laquelle elle pénètre et de l'intensité de sa teinte, avec l'énergie du régime colorant, énergie déterminée par la proportion de garance que l'on mêle aux aliments. Quelques heures suffisent (cinq d'après une des curieuses expériences de M. Flourens) pour colorer fortement tout le squelette. Si la coloration traduisait l'accroissement et la nutrition, et ce serait là une conséquence rigoureuse de l'hypothèse de Rutherford, il faudrait donc admettre que la nutrition et l'accroissement sont en raison directe de la quantité de garance qui constitue la partie active de l'alimentation colorée. Or, comment croire qu'une substance qui est pour les animaux un purgatif violent, un poison véritable, qui, même lorsqu'on la donne

---

» mène préparé dans un animal vivant, par un tel cortége d'actions physiologiques, » actions digestives, absorption, circulation, etc., *est un phénomène purement chimique?* » Mais ce serait confondre le fait que nous voulons expliquer, avec les faits physiologiques qui le préparent. Le sang d'un animal soumis au régime de la garance, ainsi que les fluides qui en émanent pour baigner les tissus, sont, au bout de quelques heures de régime, chargés des principes tinctoriaux ; et, lorsqu'ils sont portés au contact immédiat des surfaces osseuses, et qu'ils y pénètrent par imbibition à la profondeur que nous connaissons maintenant, il se produit un phénomène de teinture.

Nous avions néanmoins songé à une série d'expériences qui devaient avoir pour résultat d'éliminer du phénomène une grande partie des actions vitales que l'on nous opposera dans l'objection précédente. Elles eussent consisté à porter immédiatement dans le torrent circulatoire d'un animal vivant, soit l'alizarine ou la purpurine en poudre impalpable, tenues en suspension dans l'eau, soit une dissolution faiblement alcaline de ces mêmes principes, soit enfin d'autres matières colorantes sous différentes formes. Mais la dépense de temps que ces expériences devaient nous coûter, nous a paru hors de toute proportion avec l'importance de l'objection qu'il s'agissait de combattre. Si nous les reprenons, ce sera plutôt dans le but de vérifier un résultat d'induction qui nous paraît fort probable, à savoir que beaucoup de matières colorantes produiraient les mêmes résultats que celles de la garance, si l'absorption les faisait passer comme elles dans le torrent circulatoire.

à des proportions assez faibles, les conduit en un petit nombre de jours au dernier degré du marasme et à la mort, puisse être en même temps l'élément de nutrition le plus actif, celui dont les effets sont le plus en rapport avec la quantité pondérable introduite dans le canal alimentaire. Ajoutons que Rutherford croyait à la nutrition et à l'accroissement comme se produisant dans la profondeur intime des tissus, et que son opinion se fût probablement modifiée s'il eût connu l'épaisseur réelle de la couche colorée.

II. *De la marche générale que suit la coloration dans le tissu compact, et de quelques conséquences qu'il est permis d'en tirer.*

» Ce que les observateurs précédents ont annoncé touchant la marche générale de la coloration dans le tissu compact, peut se résumer dans la formule suivante :

« Dans le corps d'un os long la coloration se produit d'abord à la surface » externe, et elle marche, de cette surface vers l'axe, de dehors en dedans. »

» On a ajouté :

« Elle procède du périoste. »

» Or, ces deux formules doivent être modifiées.

» D'abord il n'est pas exact de dire qu'elle procède du périoste, car s'il en est ainsi, la surface externe de l'os devra être colorée sur toute son étendue, puisque sur toute son étendue elle est en contact avec le périoste. Or cela n'est pas. Toute *table* de tissu compact, qu'elle appartienne à un os plat ou à un os long (1), est bordée par une zone incolore, quelle qu'ait été l'énergie du régime et sa durée.

» D'un autre côté, la règle d'après laquelle la coloration marcherait de dehors en dedans, ne rend point compte de la plupart des faits que montre l'emploi du microscope.

» Ainsi :

» Certains os longs sont colorés presque exclusivement par leur intérieur, et il est très-facile de vérifier que le décroissement de la coloration s'y fait de dedans en dehors : tel est le péroné, par exemple (2).

---

(1) Nous nous servons du mot *table* pour le tissu compact des os longs, comme pour celui des os plats, parce que le tissu compact des os longs a d'abord cette forme, et n'est point dans les animaux jeunes un cylindre creux : c'est une lame courbée, entourant une partie d'autant moins considérable de la diaphyse que l'animal est moins âgé.

(2) Nous croyons pouvoir avancer que le système de coloration intérieur tend d'autant

» Mais, en général, un os long présente à qui l'étudie attentivement deux systèmes de coloration distincts : l'un procédant de dehors en dedans, l'autre, au contraire, de dedans en dehors.

» Pour s'en convaincre, que l'on étudie une section transversale d'un fémur coloré physiologiquement, on verra que le bord correspondant à la face antérieure de l'os est occupé jusqu'à une certaine profondeur par une bordure colorée dont la forme est celle d'un croissant fort allongé, et il suffit d'examiner cette bordure avec quelque attention pour reconnaître que la teinte y va diminuant de dehors en dedans. Du côté opposé, qui est celui de la ligne âpre, un semblable croissant existe, mais il a pour limite concave le bord intérieur de la section, et le microscope montre que la coloration y va diminuant, au contraire, de dedans en dehors. Ces deux croissants colorés sont tournés l'un vers l'autre; le premier, prolongé jusqu'à former un cercle, envelopperait le second, qui forme souvent un cercle complet ; ils sont séparés par une portion de cercle incolore.

» Or une étude très-attentive, qui prendra pour point de départ ces trois apparences de la section transversale du cylindre diaphysaire, conduira à reconnaître que ce cylindre, loin de présenter ce système de coloration simple que l'on avait formulé comme nous venons de le dire, se trouve réellement décomposé en trois couches ou *demi-viroles* plus ou moins incomplètes, s'enveloppant, dont la coupe transversale peut être une couronne circulaire, mais est en général un *croissant*.

» Une demi-virole blanche sépare les deux demi-viroles colorées extérieure et intérieure, et c'est elle qui, en émergeant à la surface entre les deux, y produit la zone incolore périphérique de la table compacte.

» Nous avons choisi le fémur parce qu'il se prête mieux à la description, mais de tous les os longs, c'est le cubitus qui nous a paru montrer les deux systèmes dont il s'agit le mieux isolés l'un de l'autre et le plus reconnaissables.

» Il y a d'ailleurs un rapport entre la direction de ces demi-viroles concentriques et la position du système artériel général dans la sphère d'action duquel se trouve placé l'os que l'on étudie; mais nous ne croyons pas devoir

---

plus à prédominer sur l'extérieur, que l'os est plus avancé dans son développement. Dans des animaux adultes soumis à l'alimentation colorante, nous avons trouvé le squelette incolore à l'extérieur, tandis que chaque os pris isolément était légèrement coloré en rose à son intérieur. Mais il y encore là, pour nous, comme sur une foule d'autres points du même sujet, une étude à faire.

nous engager ici dans l'exposition de résultats que nous regardons nous-mêmes comme encore beaucoup trop incomplets.

» Il nous faut chercher maintenant la raison de l'existence simultanée de ces deux systèmes de coloration, et celle de l'espace incolore qui les sépare. Or c'est ce que nous croyons pouvoir faire d'une manière satisfaisante.

» Établissons d'abord la proposition suivante.

» PROPOSITION III. — *Le tissu propre du périoste oppose un obstacle mécanique au contact immédiat de la surface osseuse qu'il recouvre et des fluides colorés qui pourraient s'exhaler de ses vaisseaux sanguins.*

» La zone blanche périphérique de la table compacte nous a mis sur la voie de ce résultat, que nous avons vérifié de la manière suivante:

» Avec la pointe d'un scalpel, nous avons décrit sur une face du tissu compacte d'un os long deux cercles concentriques; puis nous avons enlevé la couronne circulaire ainsi obtenue, en réservant avec le plus grand soin la rondelle désormais isolée que cette couronne entourait. Puis nous avons mis l'animal à un régime énergique pendant vingt-quatre heures. Après ce temps, nous l'avons tué, et l'étude de l'os sur lequel nous avions opéré nous a montré:

» 1°. La portion que recouvrait la couronne enlevée, rouge comme le reste de l'os, ainsi que nos expériences précédentes nous donnaient le droit de l'attendre;

» 2°. La portion recouverte par la rondelle périostique, blanche.

» Et, ce qui rend ce résultat encore plus frappant peut-être, c'est que les expériences à l'aide desquelles nous l'avons obtenu ont été faites sur des pigeons, et que la rondelle isolée, étant nécessairement fort exiguë, devait nous sembler perméable dans tous les sens.

» Si l'animal est laissé au régime beaucoup plus de vingt-quatre à trente heures, l'espace d'où l'on a enlevé la couronne se remplit bientôt d'un tissu plastique; des rapports vasculaires se rétablissent entre la rondelle précédemment isolée et le reste du périoste, et la coloration se produit alors sous la rondelle comme sur le reste de la surface osseuse.

» Nous lisons dans une de nos notes : « Cautérisé le périoste par le nitrate d'argent. Après soixante heures, le tissu osseux sous-jacent est » coloré, bien qu'il ait été atteint par l'agent chimique. » Ce fait semblerait indiquer que l'imperméabilité dont il s'agit n'appartient qu'au périoste vivant; mais la durée de soixante heures est trop prolongée. Nous regrettons de n'avoir pu donner suite à cette expérience.

» Proposition IV. — *Le système capillaire des os a une double origine artérielle, et c'est à cette double origine qu'est due la dualité du système général de coloration.*

» Le périoste reçoit ses vaisseaux par sa face extérieure. Lorsqu'on l'étudie après l'avoir injecté aussi complétement que possible, et de manière à pénétrer jusque dans ses ramifications les plus déliées, on voit que ce système se ramifie de dehors en dedans, et qu'il se continue rigoureusement dans la table compacte. En comparant une section transversale de cette table à une autre section menée par l'axe de l'os long, on voit que les capillaires longitudinaux y sont disposés par couches réticulaires concentriques autour de l'axe, mais que, dans chaque couche, chaque vaisseau longitudinal décrit une courbe à concavité extérieure, et va émerger à la surface de l'os pour se continuer sans interruption dans le périoste.

» D'après cela, la première couche réticulaire de la table compacte, la plus extérieure, est débordée par la seconde, laquelle est débordée elle-même par la troisième, et ainsi de suite. Les réseaux de la couche blanche sont les plus étendus de tous; ils émergent avec cette couche et la quittent pour passer dans le périoste.

» Mais, ce qui est le plus important, c'est que, en réunissant la table compacte et le périoste, nous n'avons plus qu'un seul *système vasculaire extérieur ou périostique,* dans lequel les couches réticulaires sont simplement concentriques et ne se débordent plus.

» Il est inutile de dire que ces couches communiquent entre elles, de même que les vaisseaux d'une même couche réticulaire, dans tous les sens, et de la manière la plus complète.

» D'un autre côté, des artères traversent l'épaisseur du cylindre diaphysaire pour aller s'épanouir dans la moelle et dans le tissu spongieux et toutes ses dépendances, en un *système vasculaire intérieur,* dans lequel la ramification générale et la marche du sang procèdent de l'axe vers la périphérie.

» Ces deux systèmes, l'extérieur, ou *périostique,* et l'intérieur, ou *médullaire,* se rencontrent et s'abouchent par leurs derniers réseaux capillaires, et nous devons considérer la virole blanche comme leur limite respective. Le sang n'arrive dans les capillaires de cette couche blanche, soit qu'il vienne de l'une ou de l'autre face, qu'après avoir traversé les capillaires situés plus près de l'origine de l'un ou de l'autre système, et ce fluide y circule assez lentement pour s'y dépouiller à son passage de toute la matière colorante qu'il contient. C'est par cette hypothèse de la stagna-

tion du sang dans les capillaires du tissu compact, et par cette hypothèse seulement, que nous sommes arrivés à concevoir le décroissement rapide en épaisseur des cylindres colorés capillaires de l'un et de l'autre système, et l'absence de coloration de ceux de la couche blanche. Cette stagnation serait d'ailleurs tout à fait en rapport:

» 1°. Avec l'exiguité du diamètre des capillaires qui doit opposer à l'écoulement un obstacle considérable;

» 2°. Avec l'abouchement des deux systèmes; car le réseau capillaire général qui en résulte doit jouer le même rôle qu'un canal unissant les deux bras d'une même rivière, et recevant de chacun une impulsion égale.

» Nous ne croyons pas que, relativement à l'abouchement et à l'antagonisme de ces deux systèmes, ni relativement à la stagnation du fluide circulatoire, aucun doute soit possible pour quiconque aura observé avec soin tous les faits qui précèdent; et pourtant nous signalerons encore une circonstance qui nous paraît les mettre en relief d'une manière assez remarquable. Lorsqu'on enlève une lame du périoste sur la face extérieure de la table compacte, et que l'on met l'animal au régime colorant, la portion dénudée se colore, avons-nous dit, comme le reste de la surface extérieure, par l'accès des fluides dans la plaie; mais ce que nous devons ajouter, c'est que la partie correspondante de la surface intérieure se colore très-vivement, ainsi que la partie du réseau capillaire qui les sépare. On conçoit en effet, que l'enlèvement du périoste à la face extérieure a eu pour résultat de faire cesser l'obstacle opposé dans ce point par l'abouchement des deux systèmes, à l'écoulement des fluides du système intérieur; c'est comme si, dans le canal dont nous avons parlé, on supprimait l'action mécanique de l'un ou de l'autre des deux bras de la rivière. Nous ne doutons pas que la science ne doive un jour tirer parti de ces faits de mécanique animale, et des considérations même les plus immédiates auxquelles ils donnent lieu; mais nous ne croyons pas devoir nous étendre davantage sur ce point.

» Quelque sort que doive d'ailleurs éprouver l'hypothèse par laquelle nous essayons d'expliquer le phénomène du décroissement rapide de la décoloration dans chaque demi-virole colorée, le fait existe; et il nous semble difficile de ne pas admettre qu'il doit être en rapport intime avec la marche des fluides colorés dans l'intérieur du système capillaire, qu'il doit traduire cette marche: que les capillaires dans lesquels le sang arrive en même temps et dans le même état doivent être colorés de la même manière; que ceux dans lesquels il arrive plus tard et dépouillé déjà d'une partie de ses prin-

cipes colorants, doivent se colorer moins, et c'est là précisément ce qui constitue notre proposition cinquième.

» Proposition V. — *La marche de la coloration est subordonnée à la marche générale du sang dans le système capillaire.*

» Telle est, après une longue série d'expériences et d'études dont les résultats ont souvent rempli notre esprit de perplexité, l'idée que nous nous faisons maintenant de la coloration des os chez les animaux soumis au régime de la garance, de ses causes, de sa marche. *Que ce soit ou que ce ne soit pas un fait de nutrition*, c'est pour nous un fait purement physico-chimique; et si ces deux idées de nutrition et de coloration s'y trouvent en effet réunies d'une manière tellement serrée qu'il soit impossible de les séparer, c'est la première qui devra être modifiée.

» Disons un mot du secours que l'on peut attendre de la coloration des os pour l'étude de leur formation et de leur accroissement.

» La combinaison du phosphate de chaux avec les principes colorants de la garance est une combinaison insoluble. Mais cette insolubilité n'est pas absolue; elle ne doit donc pas constituer, pour la coloration des os, une stabilité absolue, comme on semble l'avoir avancé dans ces derniers temps. S'il n'est pas vrai, comme l'avaient cru les premiers observateurs, que *le tissu osseux se décolore*, il n'est pas non plus exact de dire *que la coloration ne disparaît pas, et que c'est la matière colorée seule qui disparaît.* Tous les dissolvants qui, saturés des principes colorants de la garance, cèdent ces principes au tissu osseux, peuvent, employés purs, les lui enlever dans un temps plus ou moins long. Ce n'est que la conséquence des principes de la statique chimique : d'ailleurs nous en avons fait l'essai par l'eau, l'alcool, l'éther et les dissolutions d'ammoniaque, de potasse et de soude; et comment concevoir qu'il en fût autrement du sérum du sang, l'un des dissolvants les plus actifs de ces principes? Enfin nous croyons pouvoir promettre de montrer des preuves de décoloration sans enlèvement de phosphate de chaux chez des animaux jeunes.

» Mais cette stabilité est assez grande pour que la coloration persiste pendant un temps beaucoup plus que suffisant; et l'on pourra étudier au microscope les faits d'accroissement des os, parce que les lignes et les surfaces colorées que le régime de la garance aura décrites dans le tissu osseux, sépareront nettement, pendant assez longtemps, la formation antérieure de celle qui l'aura suivie. D'ailleurs, il y a même dans la possibilité que la décoloration ait lieu, telle circonstance étant donnée, une source d'observa-

tions du plus grand intérêt. Nous en offrons pour preuve l'expérience suivante, entreprise dans le but de fixer nos idées, en quelque sorte d'un seul coup, sur l'existence même du phénomène de la nutrition, sur cet échange perpétuel des molécules de tous nos tissus, sur cette mutation essentielle de la matière organique en vertu de laquelle *la forme des corps organisés leur serait plus essentielle que leur substance, puisque celle-ci changerait sans cesse, tandis que celle-là se conserve,* bien que, toutefois, dans de certaines limites.

» Nous tenions d'autant plus à arrêter nos idées sur ce point, que l'opinion universellement admise nous paraît avoir ses racines les plus profondes dans le phénomène dont nous avions entrepris l'étude. D'un autre côté, il nous a toujours semblé que les observateurs ne se sont pas assez préoccupés de la simultanéité des deux faits physiologiques de la nutrition et de l'accroissement chez les jeunes animaux; et c'est à isoler le premier du second que nous nous sommes surtout attachés.

» Pour cela, nous avons pris trois jeunes pigeons, les plus âgés que nous ayons trouvés à cette époque de l'année, puis nous les avons nourris d'aliments mêlés de garance, du 10 mars au 15 avril 1840, en ayant soin d'interrompre le régime aussitôt qu'ils paraissaient trop en souffrir. Malgré nos précautions, deux sont morts.

» Nous avons laissé le troisième vivre et s'accroître jusqu'au 25 mai; et, à ce moment, où nous le jugions âgé d'au moins quatre mois, nous lui avons amputé l'aile gauche; puis nous avons pris soin qu'aucun aliment colorant ne lui fût désormais administré.

» Le 30 janvier 1841, au moment de déposer notre deuxième paquet cacheté, nous lui avons amputé l'aile droite. L'animal, dont nous mettons le squelette entier sous les yeux de l'Académie, est mort des suites de cette seconde opération.

» L'aile droite, colorée en même temps, et par le même régime que la gauche, n'avait pas dû prendre une teinte différente; car sur les deux cents animaux que nous avons sacrifiés à nos expériences, nous n'avons pas observé *une seule fois* un fait semblable.

» D'un autre côté, soumise pendant huit mois de plus et pendant les huit mois qui suivent immédiatement la dernière période de l'accroissement, au *tourbillon vital,* au *renouvellement*, à la *mutation*, à l'*échange* de ses molécules, elle eût dû évidemment perdre quelque chose.

» *Or, la teinte des deux ailes est absolument la même.*

Conclusions générales.

» 1°. En ce qui concerne la coloration :

» C'est un phénomène purement chimique, qui se produit dans le tissu tout formé; c'est un fait de teinture.

» 2°. En ce qui concerne la circulation du sang :

» Le système capillaire du tissu osseux n'est le siége que d'une *circulation obscure*. Nous indiquons ce fait *comme pouvant exister* dans d'autres tissus; nous croyons en avoir trouvé, pour le tissu osseux en particulier, une preuve *visible* dans la marche qui suit la coloration chez les animaux soumis au régime de la garance.

» 3°. En ce qui concerne la nutrition.

» Cet *échange*, ce *renouvellement*, ce *tourbillonnement perpétuels* des molécules ne sont point une condition essentielle des tissus vivants, à moins qu'on ne veuille ranger le tissu osseux parmi les tissus morts. »

« M. **Flourens** répond qu'il examinera, avec attention, le Mémoire de MM. *Serres* et *Doyère*.

» Le problème dont il s'agit a une partie chimique et une partie physiologique. M. Flourens ne s'est point occupé de la partie chimique. Quant à la partie physiologique, il regarde comme ne pouvant être ébranlés par des observations qui lui paraissent encore bien incomplètes, les résultats de son travail publiés en 1840 (1), savoir :

» 1°. Que les os croissent par couches superposées;

» 2°. Qu'à mesure qu'il se forme de nouvelles couches à l'extérieur, des couches anciennes sont résorbées à l'intérieur;

» Et 3° que l'action de la garance rend manifeste cette marche successive des couches osseuses : car les couches colorées par la garance sont d'abord *extérieures*; puis *intermédiaires*, quand de nouvelles couches se sont formées par-dessus les couches colorées; et puis *internes*, quand les couches anciennes (et qui, lorsque l'expérience a commencé, étaient les internes) ont été résorbées.

» Il y a donc formation continuelle de couches nouvelles; résorption continuelle des couches anciennes; en un mot, *mutation continuelle* de la matière. Et cette *mutation continuelle* de la matière, M. Flourens ne la conclut pas seulement des faits rendus manifestes par l'action de la garance; il la conclut de tous les faits qu'il a réunis dans ses Mémoires : il a vu des

---

(1) Voyez les *Comptes rendus des séances de l'Académie*, t. X, p. 305.

os entiers successivement nécrosés et résorbés, il a vu le canal médullaire des os s'agrandir par la résorption des couches internes, etc.

» Ces faits prouvent qu'il y a *mutation continuelle* de la matière pour les os; d'autres faits que M. Flourens publiera bientôt, prouveront qu'il y a aussi *mutation continuelle* de la matière pour les parties molles. »

Réponse de M. **Serres.**

« M. Flourens reconnaît enfin que le phénomène de la coloration des os par la garance, offre une *partie chimique* et une *partie physiologique*. Un examen plus approfondi, le convaincra, nous l'espérons, qu'il offre aussi une partie d'*anatomie microscopique.*

» Or, c'est là ce que nous avons voulu établir dans notre travail, en cherchant à montrer d'après les expériences sur les animaux; d'après l'étude des corpuscules et des canalicules osseux; d'après le siége et la marche de la coloration dans les os soit pendant la vie soit après la mort, la part qui nous paraît revenir dans ce phénomène: 1° à la partie *chimique*, 2° à la partie d'*anatomie microscopique*, 3° à la partie *physiologique.*

» Quant aux résultats auxquels nous sommes parvenus par ces trois voies de recherches réunies, nous répétons ce que nous avons déjà dit: *les anatomistes et les physiologistes en jugeront la valeur, après avoir apprécié celle des procédés qui nous y ont conduits.* »

En présentant un ouvrage de M. *Benj. Delessert*, M. **de Blainville** s'est exprimé en ces termes:

« Notre confrère, M. Benjamin Delessert, a bien voulu me charger d'offrir en son nom, à l'Académie, la seconde livraison du grand et bel ouvrage qu'il publie sur les coquilles non encore figurées de la collection, actuellement en sa possession, de notre ancien et justement célèbre confrère M. de Lamark. En remplissant cette mission flatteuse, et je puis dire agréable pour moi, à cause des grands secours que j'ai souvent tirés de cette collection, qu'il me soit permis d'exprimer le désir qu'il fût possible à l'Académie, en adressant ses remercîments particuliers à M. Delessert, d'y joindre ceux de tous les naturalistes qui s'occupent plus spécialement de conchyliologie, pour le véritable service que notre confrère rend à la zoologie, après tant d'autres que lui doit déjà la botanique, par cette publication, et pour la manière à la fois simple et tout à fait convenable dont elle est faite sous ses yeux par M. le docteur Chenu pour le texte, et par l'habile iconographe, M. Prêtre, pour les figures soigneusement coloriées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Matteucci** adresse, pour le concours au prix de Physiologie expérimentale, un Mémoire ayant pour titre : *Recherches sur le courant propre de la grenouille et des animaux à sang chaud;* ce travail fait suite à l'*Essai*, du même auteur, *sur les phénomènes électriques des animaux.*

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

L'Académie a reçu de M. **Théodore Olivier** la lettre suivante :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, pour concourir pour le prix de Mécanique (fondation Montyon), une machine à tailler les roues des engrenages.

» L'une des roues est taillée par une vis;

» L'autre roue est taillée par l'écrou de cette vis. »

(Commission du prix de Mécanique, fondation Montyon.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur les variations observées dans la dépense du puits artésien de l'hôpital militaire de Lille et dans les hauteurs de la colonne d'eau quand on a interrompu l'écoulement ; par* M. **Bailly**, capitaine du génie. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Élie de Beaumont.)

« Quelques expériences suffisent pour faire voir que la quantité d'eau fournie par le puits artésien fait à l'hôpital militaire de Lille, par M. Degousée, est très-variable; et si l'on adopte un tube assez élevé pour que l'écoulement cesse, on s'aperçoit que le niveau de l'eau n'est pas constant. Pour vérifier si ces variations étaient accidentelles et irrégulières ou si elles suivaient une loi générale et correspondaient à un phénomène connu, il a été fait deux séries d'expériences dont il va être rendu compte :

» 1° On a mesuré la dépense du puits heure par heure pour une hauteur constante de la colonne d'eau ;

» 2°. On a noté de quart d'heure en quart d'heure la hauteur de l'eau, après avoir interrompu l'écoulement.

» *Variations dans la dépense.* — Pour étudier les variations de la dépense, on a disposé l'appareil de la manière suivante :

» Le tuyau au-dessus duquel les eaux se déversaient avait, comme dans

toute la profondeur du forage, $0^m,09$ de diamètre ; il a été tenu constamment à une hauteur de $1^m,89$ au-dessus d'un point de repère pris sur une dalle qui se trouve au niveau du sol. L'eau était recueillie dans un espèce d'entonnoir percé d'un orifice, et qui, au moyen d'un auget mobile, transmettait les eaux dans une cuve. On a disposé cette cuve de manière que le bord supérieur fût horizontal et qu'on pût être sûr qu'elle était pleine quand l'eau déversait.

» L'auget a été placé de manière que l'extrémité se trouvât dans le plan supérieur de la cuve, afin d'éviter les oscillations de l'eau. La cuve, jaugée plusieurs fois au moyen d'un double décalitre, contenait $293^{lit.},00$. Ces dispositions faites, on plaçait l'auget, et, avec une montre à secondes, on constatait l'heure à laquelle l'eau arrivait dans la cuve et puis l'heure à laquelle l'eau débordait. A chaque heure on a fait deux expériences, afin de pouvoir prendre la moyenne.

» *Variations dans la hauteur de la colonne d'eau.* — Pour étudier les variations dans la hauteur de la colonne d'eau, on a adapté sur le tube en zinc de $0^m,09$ de diamètre un tube en verre de $0^m,02$ de diamètre, assez long pour que l'écoulement étant interrompu, le niveau de l'eau ne variât qu'entre les limites extrêmes de la bande de papier collée sur le tube et divisée en millimètres. L'expérience consistait à lire de quart d'heure en quart d'heure la division de l'échelle à laquelle l'eau correspond.

» *Discussion des expériences.* — On a fait des expériences sur la dépense du puits, du 17 mai 1841 au 27 juin. En examinant le tableau que j'ai donné à la page 7 du Mémoire, on voit que la dépense varie beaucoup : par exemple le 18 mai, à 4 heures du soir, la dépense pendant une minute est de $63^{lit.},55$, tandis que le 16 juin, à huit heures du matin, elle n'est que de $33^{lit.},00$; par conséquent il y a une différence dans la dépense, une différence de $30^{lit.},55$.

» L'expérience sur la hauteur de la colonne d'eau a été faite du 19 juillet au 3 août. D'après le tableau placé page 54 dans mon Mémoire, on peut observer qu'il y a de grandes variations dans les hauteurs de l'eau qui se trouve, le 19 juillet, à 4 heures du soir, à $1^m,956$ au-dessus du niveau du sol, et qui, le 22 juillet, est à $2^m,371$ au-dessus du même point, ce qui donne une différence de $0^m,415$.

» Sachant que dans quelques localités voisines de la mer, entre autres à Noyelle-sur-Mer, département de la Somme, et à Fulham, en Angleterre, on avait remarqué que le niveau des puits artésiens montait et baissait avec la marée, on a cherché à reconnaître, en comparant les résultats obtenus, si l'on ne pourrait pas expliquer d'une manière analogue les variations ob-

servées dans la dépense du puits de l'hôpital et dans les hauteurs de la colonne d'eau.

» Quand on parcourt le tableau des expériences relatives aux dépenses, on remarque que certain jour l'écoulement est très-variable, et que la différence entre la quantité d'eau fournie pendant une minute, à deux heures différentes, va jusqu'à 23 litres. Quelquefois, au contraire, l'écoulement dans un jour est presque uniforme et la dépense ne varie pas de 3 litres dans une minute. L'examen du tableau des expériences sur les hauteurs de l'eau conduit à une remarque analogue: tantôt il y a, dans un même jour, une différence de hauteur de $0^m,296$ et tantôt il n'y a pas une différence de $0^m,03$.

» Pour mettre en évidence les rapports qui existent entre ces résultats et les marées, on a formé un tableau indiquant chaque jour la différence entre les dépenses maximum et minimum, et l'on a placé en regard le jour de la lune et la différence entre la haute et basse mer correspondante au même jour et calculée d'après les expériences faites à Dunkerque de 1814 à 1821. En jetant les yeux sur ce tableau, on voit que les plus grandes différences correspondent aux syzygies et les plus faibles aux quadratures.

» On a fait un tableau semblable au précédent pour les différences entre la hauteur maximum et la hauteur minimum de chaque jour, et l'inspection de ce tableau montre qu'il y a aussi concordance entre les variations maximum et les syzygies. Cette coïncidence établie, admettons avec M. Arago, que la nappe d'eau souterraine où va s'alimenter le puits artésien, débouche dans la mer par une ouverture un peu grande relativement à ses dimensions, et alors les variations dans la dépense et dans la hauteur de la colonne d'eau s'expliquent au moyen des marées. Car lorsque la mer est haute, elle oppose un obstacle à l'écoulement du fleuve souterrain, et par suite l'eau s'élève dans le puits artésien pour redescendre ensuite, quand la marée descendante exerce une pression moins forte sur l'orifice de la rivière souterraine, ou le laisse tout à fait à découvert.

» Afin de pouvoir bien observer la loi des variations, on a représenté graphiquement les résultats obtenus, en prenant pour abscisse le temps et pour ordonnée la dépense.

» La courbe représente les expériences depuis le 15 juin à 6 heures du matin, jusqu'au 19 juin, à 9 heures du soir. On voit que la courbe présente des ondulations plus fortes le 16 juin que le 15, ondulations qui sont encore plus considérables les 17, 18 et 19 juin : or ce dernier jour est précisément celui de la lune.

» En comparant la courbe des dépenses à celle des marées pour le p or de Dunkerque, on voit de grandes dissemblances; et en effet, on ne pouvait espérer avoir une courbe régulière pour les dépenses qu'en répétant les expériences longtemps et en ne prenant que le résultat moyen d'un grand nombre d'observations. Quelques circonstances accidentelles, telles que le plus ou moins de violence du vent, doivent influer sur la hauteur des marées et par suite faire varier d'une manière irrégulière les dépenses du puits artésien; toutefois on peut remarquer qu'il y a dans la courbe des inflexions qui se produisent périodiquement. La répétition du même résultat porte à croire qu'il tient à une cause constante; il resterait donc à expliquer pourquoi la dépense du puits ne baisse pas autant généralement la nuit que le jour. On avait d'abord pensé que comme il y a à Lille cinq autres puits artésiens qui probablement sont alimentés par la même nappe d'eau, il arrivait que la dépense du puits artésien de l'hôpital ne diminuait pas autant la nuit que le jour, parce qu'on interrompait l'écoulement dans quelques-uns des autres puits voisins. Mais on s'est assuré qu'il n'en était pas ainsi, et que les autres puits coulaient la nuit comme le jour.

» Supposons que la nappe d'eau souterraine qui alimente le puits artésien de l'hôpital va se jeter dans la mer entre Dunkerque et Calais. Si le puits était sur le bord de la mer, la dépense maximum devrait correspondre à la pleine mer; mais le puits se trouvant à distance de la côte, l'effet produit par la marée doit mettre un certain temps à se propager jusqu'à Lille.

» Le 15 juin, la pleine mer est à 8^h33^m du matin et le maximum de dépense est à 5^h du soir. C'est-à-dire que l'effet semble avoir mis 8^h27^m à se produire à Lille.

» Le 16, la pleine mer est à 9^h21^m et le maximum à 6^h30^m, ce qui donne un intervalle de temps de $9^h 9^m$.

» Le 17, la pleine mer est à 10^h9^m et le maximum de la dépense à 5^h30^m; l'intervalle de temps serait de 7^h21^m.

» Le 18, la pleine mer est à 10^h57^m et le maximum de la dépense à 6^h30^m; la différence de temps serait de 7^h33^m.

» Le 19, la pleine mer est à 11^h45^m et le maximum de la dépense à 7^h; la différence de temps est de 7^h15^m. D'après ce qui précède, l'effet produit par la marée mettrait à se faire sentir à Lille environ 8 heures. Cela posé, les irrégularités remarquées dans la courbe des dépenses s'expliqueraient par la forme qu'affecte la courbe des marées, puisque la marée s'abaissant moins après l'étale de pleine mer qu'avant, il en résulte que les dépenses ne doivent pas devenir aussi faibles après qu'avant cette époque.

Conclusions.

» 1°. La dépense maximum du puits artésien est de 63$^{lit.}$,55 par minute, et la dépense minimum de 33$^{lit.}$,00. La dépense moyenne calculée pour toutes les expériences est de 48 lit. 55.

» 2°. La hauteur maximum à laquelle s'élève l'eau de ce puits, quand on a interrompu l'écoulement, est de 2^{m},385; la hauteur minimum est de 1^{m},956; la hauteur moyenne résultant de toutes les expériences est de 2^{m},253.

» 3°. D'après ce qui précède, les plus grandes variations dans les dépenses du puits artésien et dans les hauteurs de la colonne d'eau correspondent aux syzygies; les plus faibles variations coïncident d'une manière constante avec les quadratures; il semble donc qu'on peut conclure de là que les différences dans l'écoulement de l'eau sont dues aux marées.

» 4°. En comparant l'heure de la pleine mer entre Dunkerque et Calais et l'heure à laquelle a lieu le maximum de la dépense du puits, on trouve qu'il y a à peu près un intervalle de 8 heures. Il paraît donc qu'on peut conjecturer de là que l'effet produit par la marée met 8 heures à se propager jusqu'à Lille; mais il faudrait répéter les expériences beaucoup plus longtemps pour pouvoir apprécier ce temps d'une manière un peu approchée et tâcher de découvrir si la nappe d'eau se rend à la mer du côté de Calais ou d'Ostende, en voyant quel est celui de ces deux ports avec les hautes mers duquel les maxima et minima observés dans la dépense s'accordent le mieux. »

CORESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Comète de Encke.* — Extrait d'une Lettre de M. DE HUMBOLDT à M. *Arago.*

Berlin, le 12 février 1842.

« J'ai la satisfaction de te donner aujourd'hui, lendemain de mon retour à Berlin, une nouvelle astronomique qui, je pense, ne sera pas sans intérêt pour toi. D'après ce que l'on savait sur la visibilité de la comète à courte période que M. Encke nomme la comète de Pons, il y avait si peu de probabilité que cet astre serait visible cette année dans notre hémisphère boréal, que M. Encke avait cru qu'il était superflu de publier en Europe les éléments de l'orbite de la comète, pour les mois de février, mars et avril. Il s'était contenté d'envoyer en Angleterre, à la fin de l'année 1841, une éphé-

méride de la comète à l'usage des observatoires établis dans l'hémisphère austral. Je rapportais même, dans ce moment, la certitude que l'éphéméride avait été expédiée au Cap de Bonne-Espérance, et que, d'après les ordres du gouvernement, deux officiers instruits devaient, dans leur navigation vers les mers de l'Inde, relâcher au Cap pour observer la comète. Contre notre attente, M. Galle, dont le zèle est au-dessus de tout éloge, est parvenu, le 9 février, en pointant vers l'endroit où la comète devait se trouver, à découvrir d'abord une très-faible nébulosité, puis, en suivant le mouvement progressif, la comète même. Comme il est probable que d'autres observateurs en Europe seront aussi heureux que M. Galle, aide-astronome à l'Observatoire de Berlin, M. Encke a cru devoir publier, dans *la Gazette d'État*, les lieux de la comète en ascension droite et en déclinaison, le temps étant compté du midi de Berlin. L'éphéméride a été calculée par M. Bremiker. On a tenu compte des perturbations, calculées par M. Seidl, jeune étudiant de notre Université. Je joins à ces lignes, que je trace à la hâte, l'éphéméride imprimée. Les observations des 8 et 9 février s'accordent avec l'éphéméride calculée d'avance à moins d'une minute, ce qui fait croire que dans la suite les erreurs seront aussi très-petites. Il ne me reste que le temps, etc., etc. »

			Ascensions droites.		Déclinaisons boréales.
1842.	Février	15	359° 42′	+	7° 59′
		19	1.39	+	8.45
		23	3.43	+	9.34
		27	5.54	+	10.24
	Mars	3	8.14	+	11.17
		7	10.44	+	12.12
		11	13.24	+	13. 8
		15	16.15	+	14. 5
		19	19.20	+	15. 1
		23	22.37	+	15.54
		27	26. 7	+	16.39
		31	29.44	+	17.11

ÉLECTRICITÉ ANIMALE. — *Sur le courant électrique de la grenouille et des animaux à sang chaud.* — Extrait d'une Lettre de M. CH. MATTEUCCI à M. *Dumas*.

(Commission pour le prix de Physiologie expérimentale.)

« On trouve pour les animaux à sang chaud un phénomène analogue à celui de Galvani, c'est-à-dire qu'en touchant nerfs et muscles on a des

contractions. J'ai vu, opérant rapidement sur un lapin, se reproduire très-aisément cette expérience.

» En posant le nerf crural sur les muscles de la jambe nus, toute la jambe entre en contraction. Tous les phénomènes des *contractions propres* ou du *courant propre* des animaux peuvent s'augmenter par la disposition en pile. J'obtiens de cinq grenouilles en pile 25° de déviation au galvanomètre, et une seule en donne 4°.

» J'ai parfaitement démontré l'existence du courant propre dans tous les animaux à sang chaud par la disposition en pile et, par conséquent, sans toucher avec les extrémités en platine du galvanomètre, les parties animales mêmes. On fait une pile à couronne et on touche le liquide de la pile. Ce procédé est à l'abri de toutes les erreurs.

» On trouve un courant dirigé de la partie musculaire interne, ou du nerf, ou du cerveau à la surface du muscle, dans l'intérieur de l'animal.

» Ce courant dure d'autant plus que les animaux appartiennent à un degré plus élevé dans l'échelle animale.

» C'est un courant moléculaire qui ne circule pas dans les animaux vivants, et qu'on fait circuler en disposant l'expérience convenablement, en faisant circuit, de même qu'une lame de zinc plongée dans un acide ne donne le courant qu'en la réunissant avec une autre de platine.

» J'ai déterminé les circonstances qui influent sur le courant des animaux et étudié en détail ce sujet, comme vous le verrez dans le Mémoire que j'adresse à l'Académie. »

MINÉRAUX NOUVEAUX. — Le 3 décembre dernier, M. D'HOMBRES-FIRMAS adressa à M. Dumas la traduction du Mémoire de M. le Dr Semola sur la *Ténorite*. Il présente aujourd'hui, par son intermédiaire, un échantillon de cette substance et un petit paquet en poudre pour l'analyse.

La SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE adresse à l'Académie la Lettre suivante, dont elle annonce que la rédaction a été adoptée à l'unanimité dans sa séance du 18 février 1842.

« Une des conquêtes les plus glorieuses de la science, l'industrie du sucre de betteraves, s'est placée dès son origine sous le patronage des corps savants et s'est élevée, aux applaudissements de tout ce que la France possède d'hommes de progrès.

» Aujourd'hui cette industrie est menacée de succomber sous un arrêt d'interdiction.

» Dans la même proscription seraient entraînées, à la suite de la découverte de Margraff, ces innombrables inventions dont la France revendique la plus large part et qui ont permis de réaliser le progrès industriel le plus remarquable que l'histoire ait jamais consigné; démonstration vivante de ce que peut l'industrie lorsque la science lui vient en aide.

» Les sympathies de l'Académie pour l'industrie nouvelle se trouvent écrites dans les nombreux travaux que ses membres ont consacrés à l'étude du sucre et à l'examen des phénomènes si compliqués dont sa fabrication présente l'enchaînement.

» La Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, placée au centre de nombreuses fabriques de sucre, a mis ses constants efforts à faire pénétrer dans la fabrique et à populariser les applications nouvelles que ces travaux ont fait naître; elle s'y est associée autant que possible en les mettant à la portée de toutes les intelligences.

» L'Académie a pu apprécier si nos excitations, si nos efforts sont restés stériles.

» Un problème dont la solution était considérée naguère comme un rêve est résolu; la fabrication du sucre de betteraves a pris rang parmi les industries les plus importantes du pays, et ces succès tant applaudis et qui l'ont rendue menaçante pour les productions tropicales, ce sont eux-mêmes que l'on invoque aujourd'hui contre l'industrie nouvelle pour en demander l'interdiction.

» En présence de cette protestation contre nos efforts, de cette espèce de démenti donné à nos encouragements, nous qui habitons au milieu des fabriques, nous qui savons apprécier tous les avantages que l'agriculture a tirés de l'industrie nouvelle; nous qui, amenés à reconnaître et à proclamer que cette industrie a fait plus pour l'agriculture que toutes les sociétés d'agriculture, les comices agricoles et les fermes modèles, nous croirions manquer à notre mandat en restant spectateurs impassibles du sacrifice qui est à la veille de se consommer.

» Les intérêts financiers de l'État, nous dit-on, commandent ce sacrifice; il ne nous appartient pas de nous livrer à l'examen de cette question, elle est en dehors de nos attributions comme corps savant; mais à ce titre même nous avons dû nous émouvoir à l'annonce des projets qui menacent l'existence du sucre de betteraves, et dont la réalisation nous obligerait à

passer le Rhin pour voir recueillir par l'étranger le fruit de nos sacrifices et des efforts de nos travailleurs.

» La Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, trop ignorée pour que sa voix soit entendue, a osé espérer que l'Académie des Sciences ne lui refuserait pas son concours pour faire arriver au Gouvernement l'expression de la pénible émotion qu'elle a ressentie et de la profonde douleur où la jetterait, avec le pays qui l'entoure, la réalisation d'une mesure si malheureuse.

» Ce concours, elle ose l'espérer, car l'Académie des Sciences n'est pas désintéressée dans la question.

» L'Académie sait comprendre combien un précédent de cette nature, introduit comme principe nouveau dans le droit économique du pays, tendrait à porter de découragement chez les hommes qui ont consacré leur vie aux progrès des sciences appliquées à l'industrie, et qui ne trouvent leur récompense que dans la conscience d'avoir fait une chose utile.

» L'Académie ne perdra pas de vue que l'interdiction de la fabrication du sucre de betteraves amènera, par une conséquence forcée, l'interdiction de la fabrication du sucre de fécule, cette autre industrie toute française que l'Académie a voulu honorer en particulier dans l'admission récente d'un de ses membres ;

» Elle ne perdra pas de vue que lorsque la science aura trouvé le moyen de remplacer quelque produit exotique par une production indigène, des exigences analogues à celles invoquées aujourd'hui déshériteront le pays du fruit de la découverte nouvelle en la frappant de stérilité.

» L'Académie pourra-t-elle voir avec indifférence l'anéantissement de la propriété des inventions sans nombre qui se rattachent à la fabrication du sucre et qui sont devenues l'objet de brevets délivrés par le Gouvernement; cette propriété née de l'intelligence a droit de se placer sous la protection de la science.

» L'Académie tiendra à confirmer ces paroles si remarquables d'un de ses membres, parlant aux quatre académies réunies, et qui expriment mieux que nous ne pouvions le faire nos propres convictions : « L'industrie » qui féconde le travail et la science qui sert de guide à l'industrie, sont les » plus sûrs appuis de l'ordre, de la puissance et du bonheur public. »

Suivent les signatures des membres de la Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille.

« Après avoir donné lecture de cette Lettre, M. **Arago** obtient la parole. Il s'empresse d'abord de signaler les services de toute nature que la Société royale de Lille rend chaque année aux sciences et à l'industrie, par le zèle éclairé qu'elle déploie, par la régularité et l'importance de ses publications. M. Arago ne croit pas, néanmoins, que l'Académie puisse accueillir la proposition qui lui est faite. En thèse générale, elle s'écarterait de tous ses précédents, elle violerait les règles qui l'ont toujours guidée si elle allait se jeter, en vertu de sa propre initiative, dans un débat qui, d'après nos institutions, est réservé aux pouvoirs politiques.

» Dans la circonstance présente il y aurait d'ailleurs des motifs spéciaux pour s'abstenir, car la question à résoudre se trouve compliquée d'intérêts commerciaux, maritimes, politiques, entièrement étrangers aux travaux de l'Académie des Sciences, et sur lesquels, en tout cas, faute de documents officiels, on ne pourrait se prononcer. J'ai appris, ajoute M. Arago, que plusieurs de nos confrères se sont livrés avec un soin infini, à l'examen de l'important problème qui excite si vivement la sollicitude de la Société royale de Lille. Je sais qu'aucune face agricole, physique, chimique ne leur a échappé; mais rien n'empêchera que des lumières si précieuses n'aillent, directement ou indirectement, éclairer le débat législatif. On pourra d'autant moins se méprendre, dit M. Arago en finissant, sur le sentiment qui a dicté ma proposition, que je suis personnellement opposé à toute suppression de la fabrication du sucre indigène. »

M. **de Mirbel** prononce quelques paroles touchant les progrès agricoles très-importants que la fabrication du sucre de betteraves a fait naître ou a développés sur divers points du territoire. Il n'en pense pas moins, comme M. Arago, que l'Académie doit rester étrangère à la discussion.

Le Bureau répondra dans ce sens à la Lettre de la Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille. Cette réponse, sur la demande de M. de Blainville, sera communiquée à l'Académie dans la prochaine séance.

Phénomène observé sur les rails de certains chemins de fer. — Extrait d'une Lettre de M. **James Nasmyth**, ingénieur mécanicien de Manchester, à M. *Arago*.

« Voici le fait que je désire vous communiquer : Lorsque les rails des » chemins de fer sont successivement parcourus en deux sens opposés par

» les locomotives, les diligences et les waggons, ils s'oxydent rapidement.
» Au contraire, quand il existe une voie spécialement affectée aux voitures
» qui vont, et une autre voie aux voitures qui reviennent, aucune oxyda-
» tion sensible ne s'opère. Ainsi, après sept années, les rails du chemin de
» Liverpool à Manchester, ne se sont pas oxydés, tandis que les rails du
» chemin de Blackwall à Londres, sur lesquels les voitures se meuvent alter-
» nativement de l'est à l'ouest et de l'ouest à l'est s'oxydent rapidement. »

M. Nasmyth soupçonne que cet effet curieux doit se rattacher à des phénomènes électriques ou magnétiques.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATUM. (Séance du 14 février 1842.)

Page 261, ligne 18, *au lieu de* insertion, *lisez* injection.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; ᵉʳ semestre 1842, n° 7, in-4°.

Recueil de Coquilles décrites par Lamarck, publié par M. B. DELESSERT; livr., grand in-fol.

Description de machines et procédés consignés dans les Brevets d'invention, perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée, et dans ceux ɪt la déchéance a été prononcée; tome XLIII, in-4°.

Séances et travaux de l'Académie des Sciences morales et politiques. — Compte du par MM. LOISEAU *et* CH. VERGÉ, *sous la direction de* M. MIGNET; jan- r 1842; in-8°.

Recherches sur la théorie des nombres entiers et sur la résolution de l'équation terminée du premier degré qui n'admet que des solutions entières; par BINET; in-4°.

ssai sur les lois du mouvement de traction, et leur application au tracé des de communication; par M. FAVIER; Paris, in-8°.

apport fait par M. FRANCOEUR, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur ppareil imaginé par* M. MICHAUX (André), *membre de la Société royale ıtrale d'Agriculture, pour mesurer les variations de niveau de l'eau des ri-* ; in-4°.

yage en Islande et au Groënland, sous la direction de M. GAIMARD; vraison, in-fol.

position des connaissances de Galien sur l'Anatomie, la Physiologie et la logie du système nerveux. — Thèse; par M. C.-V. DAREMBERG; in-4°.

letin de l'Académie royale de Médecine; tome VII, n° 9; in-8°.

sidérations générales sur l'Électricité, le Calorique et le Magnétisme; par JGUENY; 3ᵉ étude; Strasbourg; in-8°.

noires de la Société d'Agriculture, du Commerce, Sciences et Arts de Ca- nnées 1839 — 1840; in-8°.

ontologie française; 37ᵉ livr.; in-8°.

nal des Connaissances médicales pratiques; février 1842; in-8°.

riptive and... *Catalogue contenant la Description, éclaircie au besoin*

par des figures, de la série physiologique des pièces d'anatomie comparée, (*tenues dans le Musée du collége royal des chirurgiens de Londres;* vol. V: *duits de la génération;* Londres, 1840; in-4°.

Natural... *Histoire naturelle de l'homme; par* M. PRICHARD; 2e livr., in

The London.... *Journal de Botanique de Londres, formant une nou série du Journal de Botanique; par* M. W.-F. HOOKER; Londres, 1842, in

Journal fur... *Journal de Mathématiques de* M. CRELLE, 1842, 23e 1re et 2e livr., in-8°.

Die cyklose... *De la circulation de la sève dans les végétaux; par* M. SCHU 1 vol. in-4°.

Di alcuni... *De quelques effets du mouvement orbitaire du Soleil; par* M SCARAMOUCHE; Florence, in-4°.

Cenni storico... *Essai historico-critique sur le magnétisme animal;* M. le docteur O. TURCHETTI; Florence, 1841; in-4°.

Sullo... *Sur les oscillations et sur les inconvénients qui résultent d'une co rence illimitée dans les arts libéraux et spécialement dans la Médecine* M. G. CALVI, de Milan; Fivizzano, 1841; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 8.

Gazette des Hôpitaux; n° 20—22.

L'Écho du Monde savant; nos 704 et 705.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 242.

L'Examinateur médical; n° 8.

Engrais Lainé et destruction des Insectes. (Prospectus.)

Destruction du Charançon. (Prospectus.)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président annonce la perte douloureuse que l'Académie vient de faire, dans la personne de l'un de ses associés libres, M. le baron **Costaz**, décédé le 15 février 1842, à Fontainebleau.

M. **Dutrochet** dépose un paquet cacheté.

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Adrien Paillette**, *ayant pour titre* : Études historiques et géologiques sur les gîtes métallifères des Calabres et du nord de la Sicile.

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Pelouze, Dufrénoy rapporteur.)

« Il y a quelques années, l'industrie, dont l'activité ne connaissait pas de bornes, avait porté ses regards sur l'exploitation des mines; les gîtes argentifères de l'Amérique méridionale, qui ont été le sujet de tant de mécomptes, éveillèrent d'abord l'attention des spéculateurs. Bientôt après

ils consacrèrent leurs capitaux aux mines de houille et aux différents gisements métalliques dont on retrouvait l'indication dans des statistiques particulières ou dans quelques anciens ouvrages de géologie. La plupart de ces enteprises, faites sur une échelle hors de tout rapport avec le peu d'importance des gîtes, ont entraîné la ruine des compagnies qui s'y sont livrées, et ont communiqué à l'industrie une timidité aussi nuisible à l'intérêt public que l'avait été son développement artificiel.

» La Sicile, si vantée par les anciens poëtes, pour la fertilité de son sol et la richesse de ses gîtes minéraux, ne pouvait échapper à l'attention des spéculateurs. Une compagnie anglaise obtint du gouvernement napolitain la permission d'en exploiter les mines; pleine de confiance dans les souvenirs historiques, elle avait déjà, avant toute recherche et sur la simple vue de quelques anciennes galeries, préparé des moyens considérables d'exploitation; mais après plusieurs années de travaux infructueux, un découragement subit succéda à cet enthousiasme, et les machines à vapeur destinées à l'épuisement des eaux, les cylindres nécessaires pour broyer le minerai, apportés à grands frais des usines du pays de Galles, sont encore dans les magasins du port de Messine, ou gisent même abandonnés sur la grève.

» Les premiers travaux n'ayant pas confirmé les espérances que la compagnie avait fondées sur les richesses minérales de la Sicile et de la Calabre, les principaux actionnaires se décidèrent à envoyer une Commission sur les lieux pour étudier les ressources minérales que présentait cette partie de l'Italie. M. Juncker, ingénieur en chef au corps royal des Mines, fut placé à la tête de cette Commission, et M. Adrien Paillette, ingénieur civil, lui fut adjoint. Nos deux compatriotes ont consacré plus d'un an à cette exploration tardive; ils ont visité chacune des mines indiquées; ils en ont fait déblayer les anciens travaux, et se sont assurés, par des recherches nouvelles, de la nature des gîtes et de la richesse des minerais.

» M. Paillette, désirant éviter à l'industrie de nouvelles pertes et fournir des documents dignes de confiance, aux personnes qui voudraient explorer de nouveau les gisements métallifères de la Sicile et de la Calabre, a réuni dans le Mémoire dont nous rendons compte dans ce moment à l'Académie, les données qu'il a recueillies sur toutes les mines qu'il a explorées. Il a fait connaître pour chacune d'elles, les travaux exécutés par les anciens, la disposition du gîte, sa direction, son étendue, ainsi que la nature des minerais et leur richesse. Ce travail, dont le simple exposé annonce tout l'intérêt pour la société, se prête difficilement à une analyse

détaillée. Aussi, au lieu de suivre l'auteur, pour ainsi dire pas à pas, dans la description qu'il fait des mines de Sicile, nous indiquerons seulement les généralités les plus importantes qui résultent de ses observations.

» M. Paillette a commencé par établir, dans une introduction, que les travaux des mines dans la Calabre et la Sicile ne remontent pas au-delà de 1720, et que les documents que l'on possède, d'accord avec les travaux des anciens, qu'il a vus presque dans leur entier, constatent d'une manière certaine que les mines de cette contrée n'ont eu, ni un grand développement, ni une prospérité durable. Explorées vers 1720 par des mineurs allemands, appelés par Charles VI, leurs travaux ne prirent quelque extension qu'en 1753, et déjà la plupart de ces mines étaient abandonnées en 1783. Les tableaux de fontes que l'on trouve dans les archives du royaume des Deux-Siciles ou dans celles des établissements monastiques intéressés aux entreprises de mines, ne vont pas au-delà de cette époque, et tous ils accusent des dépenses considérables et des produits très-faibles.

» Les différentes mines explorées par M. Paillette sont au nombre de soixante-onze; elles forment trois groupes distincts.

» Le premier, situé au nord de la Sicile, s'étend depuis Messine jusqu'aux environs de Francavilla. Les mines qui le composent, disposées parallèlement à la chaîne des monts Pelores, existent sur les deux pentes de ces montagnes; elles sont surtout nombreuses sur le versant qui regarde la Calabre. Les monts Pelores, qui forment une des branches des Apennins, ont élevé à de grandes hauteurs les calcaires du terrain jurassique et des formations crétacées inférieures, tandis que les terrains tertiaires modernes déposés sur les pentes de cette chaîne sont encore en couches horizontales, quand toutefois ils n'ont pas été soumis à des dislocations postérieures.

» Les deux autres groupes de mines sont situés l'un dans la Calabre inférieure, depuis Reggio jusqu'à Squillace, l'autre dans la Calabre supérieure, aux environs de Longo-Buco. Une large bande de terrains tertiaires, qui sépare les deux Calabres et s'étend de l'est à l'ouest, du golfe de Squillace dans l'Adriatique, au golfe de Sainte-Euphémie dans la Méditerranée, sépare également le second et le troisième groupe des mines métallifères de la pointe de l'Italie.

» La répartition de ces mines en trois groupes est entièrement géographique; la nature géologique du sol est la même, et elles n'en formeraient en réalité qu'un seul, si le canal étroit qui sépare la Sicile de la Calabre

n'existait pas, et si l'on pouvait enlever la bande tertiaire qui limite les deux Calabres. Il en résulte que les gîtes métallifères de l'Italie sont presque tous identiques, et que l'irrégularité que l'on a observée dans les travaux des anciens se représente dans ceux exécutés récemment.

» Ils forment des petits filons peu étendus et sans suite, courant dans toutes les directions, disséminés quelquefois dans le granite; plus ordinairement ils existent dans les schistes talqueux qui recouvrent les pentes de l'axe granitique des monts Pelores ou de la chaîne des Apennins, qui courent dans les Calabres parallèlement à la côte. Ces petits filons se confondent fréquemment avec les feuillets du schiste talqueux; ils en suivent les inflexions, ainsi qu'on l'observe dans la mine de Figarella en Sicile, où la veine métallifère offre, sur une longueur considérable, les mêmes contournements que le schiste talqueux. Cette circonstance pourrait faire supposer qu'il y a contemporanéité de formation entre ces minerais métalliques et le schiste, si l'on n'observait en même temps des filons métallifères bien prononcés coupant le schiste transversalement à sa direction.

» La disposition des gîtes de la Sicile est semblable à celle des filons assez nombreux que l'on connaît dans les montagnes du centre de la France, notamment dans le Limousin, les Cévennes et dans le massif de la montagne Noire; il règne dans ces contrées une irrégularité analogue à celle que M. Paillette signale dans son Mémoire; les veines métallifères courent dans des directions variées, et ne présentent ni cette identité de direction qui rend les filons de la Saxe si faciles à suivre et à exploiter, ni cette constance de richesse et de nature si remarquable dans les filons du Cornouailles.

» L'analogie que nous venons de mentionner dans la disposition des gîtes métallifères de la Sicile et du midi de la France se reproduit dans les roches encaissantes, jusque dans leurs moindres détails; c'est, sous le rapport géologique, un des faits les plus intéressants qui ressorte de la lecture du Mémoire de M. Paillette. Les monts Pelores, dit-il, se composent de granite, de gneiss, de micaschiste et de schiste talqueux: les granites appartiennent à des variétés distinctes: les uns à grains fins, à feldspath blanc et à mica noir, sont associés au gneiss et au micaschiste; tandis que les autres, qui ont la structure porphyroïde, ne sont jamais en relation avec ces roches schisteuses. Leur composition est en outre essentiellement différente des premiers: le feldspath, presque toujours rosé, est en cristaux nets et assez volumineux; le mica en est verdâtre. Ce granite, plus altérable que la première variété, fournit du côté de Monte-Leone une variété de kaolin em-

ployée comme terre réfractaire à l'usine de la Mongiana. Il passe quelquefois à la pegmatite, ce qui établit une relation presque intime avec certains granites du Limousin.

» Ajoutez que le granite porphyroïde, plus moderne que le granite à petits grains, forme des filons dans ce dernier : M. Paillette a dessiné un exemple fort remarquable de cette pénétration à Villa San-Giovani, sur la route de Bagnara. Cette pénétration du granite à grands cristaux se retrouve à chaque pas dans le midi de la France, notamment aux environs de Saint-Pons, dans la montagne Noire, ainsi que sur tout le pourtour des groupes granitiques de la Lozère et de la Margeride.

» Les schistes talqueux de la Sicile contiennent quelques couches assez mal définies de calcaire dont la présence nous fait supposer qu'ils doivent être rangés dans les terrains de transition, et que leur texture cristalline est un phénomène de métamorphisme.

» Les filons métallifères ne sont pas placés d'une manière indistincte dans le granite ou dans le schiste talqueux : c'est principalement près de la ligne de contact de ces deux terrains qu'existent la plupart des mines de la Sicile et de la Calabre, analogie qu'il faut ajouter à celles que nous avons déjà signalées entre les différents gîtes métallifères du bassin méditerranéen. La plus grande partie de ces filons sont dans le schiste talqueux, ils y forment, comme nous l'avons déjà annoncé, des veines parallèles au sens des feuillets, mais ils ne se confondent pas exactement avec eux, ils présentent des renflements qui leur donnent l'apparence de vastes lentilles, ou d'amas se succédant d'une manière fort irrégulière.

» Les minerais que produisent les mines de la Calabre et de la Sicile sont de la galène argentifère, des bournonites, du mispickel et quelquefois du cuivre gris; les minerais de plomb sont de beaucoup les plus abondants : fréquemment ils sont antimonifères.

» Une circonstance singulière, dont on connaît cependant des exemples assez nombreux, c'est que la nature de la roche encaissante paraît avoir exercé une certaine influence sur l'enrichissement en argent des minerais de plomb : M. Paillette annonce en effet que les galènes exploitées dans le granite, à l'exception toutefois de celles de San-Rosali, sont pauvres en argent, tandis que celles en filons dans le schiste talqueux ont une teneur assez considérable; leur richesse augmente en outre beaucoup pour les filons qui contiennent à la fois du minerai de plomb et du minerai de cuivre.

» Pour compléter ses recherches, M. Paillette a donné, à la fin de son

Mémoire, des tableaux où sont relatées les teneurs en plomb, en cuivre et en argent, des différents minerais de la Calabre : la plupart de ces essais ont été faits par lui, quelques-uns sont dus à M. Juncker, enfin plusieurs ont été exécutés par l'un de vos Commissaires, M. Pelouze.

» Le résumé succinct que nous venons de donner sur les *Études des gîtes métallifères de la Sicile et de la Calabre*, par M. Adrien Paillette, aura sans doute prouvé à l'Académie que ce Mémoire présente un véritable intérêt. Il fait en effet connaître la constitution générale de la contrée où sont situées les mines métallifères, et il contient une statistique précieuse sur la disposition des gîtes de minerai, sur leur nature et leur richesse. Ce travail sera donc un guide assuré pour les personnes qui voudront à l'avenir entreprendre des recherches sur les filons métallifères de l'Italie.

» Ces considérations nous engagent à proposer à l'Académie d'adresser des remercîments à M. Paillette pour son intéressante communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination de la Commission chargée de décerner le *prix d'Astronomie*, fondation Lalande, pour l'année 1842.

MM. Arago, Mathieu, Bouvard, Damoiseau, Liouville, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur l'Aréométrie et sur l'Aréomètre centigrade; par* M. FRANCOEUR. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Dumas, Pelouze, Babinet.)

« Lorsqu'en 1820, le Gouvernement voulut régler les droits sur les liqueurs spiritueuses d'après leur richesse alcoolique, M. Francœur présenta son aréomètre centigrade; l'alcoomètre de M. Gay-Lussac ayant justement obtenu la préférence, M. Francœur abandonna ses recherches, qu'il a

reprises en voyant la faveur qu'on accorde aux instruments à divisions centigrades.

» L'aréomètre qu'il propose ne diffère que par son échelle de celui de Baumé. Le zéro est au niveau d'affleurement dans l'eau distillée, à la température de $+4^{\circ},1$ centigrades. Les degrés sont égaux; les positifs ou ascendants sont pour les liquides moins denses que l'eau, les négatifs croissant de haut en bas, pour ceux qui sont plus denses. On remplace *par la pensée* tout le volume plongé dans l'eau par un cylindre de même calibre que la tige (supposée cylindrique), et ayant même poids et même volume que la partie plongée. La longueur de ce cylindre est appelée *module*, et divisée en 100 parties égales ou degrés, qu'on porte tant au-dessus qu'en dessous du zéro.

» La substitution d'un cylindre à la boule de l'aréomètre n'est qu'une conception intellectuelle; le module est donc inconnu. En chargeant l'instrument d'un petit poids, la longueur de l'enfoncement dans l'eau suffit pour déterminer le module; et même ce module n'est pas nécessaire à connaître, puisqu'on trouve combien il y a de degrés compris dans l'espace qui sépare les deux niveaux. M étant, en grammes, le poids définitif que devra conserver l'aréomètre, h le nombre de centimètres d'enfoncement de la tige dans l'eau sous le poids additif de m grammes, le nombre de degrés compris dans cet espace h est

$$h^{\circ} = \frac{100\,m}{M}.$$

L'auteur enseigne à faire cette opération avec précision.

» Mais un aréomètre ainsi construit, et propre à éprouver les densités des liquides plus denses et moins denses que l'eau, serait d'un usage incommode, si ce n'est dans les cas assez rares où les densités seraient voisines de celles de l'eau. On ne conserve guère sur l'échelle les degrés qui s'y rapportent, et l'on préfère n'y comprendre que ceux qui répondent à des densités comprises entre des limites données.

» L'auteur expose la théorie très-simple qui permet de lester l'instrument, de manière à ne marquer sur la tige que les degrés dont on a besoin. Si l'on ajoute un second poids m' produisant l'enfoncement h', la graduation portée par le niveau que donne le premier poids m, sera la valeur précédente de h°, et entre ce niveau et celui que produit le second poids m', le nombre de degrés compris sera

$$h'^{\circ} = \frac{100\,m'}{M};$$

et si l'on veut qu'un point donné de la tige marque h°, on lestera l'instrument jusqu'à ce qu'il pèse M grammes,

$$M = \frac{M'}{1 + 0,01\, h^\circ},$$

M' étant le poids total de l'aréomètre pour que le niveau d'affleurement dans l'eau soit au point donné de la tige qui devra marquer h°.

» M. Francœur donne le moyen de faire des aréomètres à échelles multiples, de sorte que les instruments sont tels, que leur tige semble doublée ou triplée de longueur.

» M. Francœur fait l'exposé des imperfections de l'aréomètre de Baumé, et montre que l'aréomètre centigrade en est tout à fait exempt, outre qu'il est rigoureusement propre à donner les poids spécifiques de tous les liquides, du moins avec la précision dont un instrument de ce genre est susceptible. Ainsi :

» 1°. Le mode de division de l'échelle centigrade est rationnel et uniforme pour toutes les densités;

» 2°. On ne se sert pour la construire que de l'eau et d'une balance;

» 3°. Chaque physicien peut vérifier lui-même si son instrument est bien divisé;

» 4°. Les erreurs qu'on peut commettre dans la fixation des niveaux de l'eau, au lieu de s'ajouter lorsqu'on veut des degrés éloignés de zéro, sont atténuées par le fractionnement du module en 100 parties, le module seul se trouvant légèrement altéré par l'erreur du niveau;

» 5°. Il ne pourra jamais arriver qu'on ait des tables discordantes entre elles pour fixer le chiffre des poids spécifiques qui répondent aux degrés aréométriques, parce que ces poids et ces degrés ne sont plus donnés par des expériences, mais par des calculs. Le poids spécifique d'un liquide qui marque h° à l'aréomètre centigrade, est

$$p = \frac{100^\circ}{100^\circ + h^\circ};$$

on prend h° négatif quand les degrés sont au-dessous de zéro.

» Des tables de ce genre sont calculées pour les graduations de l'aréomètre centigrade, celui de Baumé, etc.

» Plusieurs autres aréomètres sont employés, surtout en Angleterre, où le système de perception des droits, établi sur la richesse alcoolique des

liqueurs, est la base adoptée par le fisc. M. Francœur donne la théorie analytique de ces divers instruments, et les relations entre leurs graduations et celles des aréomètres centigrade et de Baumé. Les uns de ces instruments sont à poids constants, les autres à poids variables, et même à volumes différents : ces systèmes sont successivement le sujet de l'examen de l'auteur, qui a eu pour objet d'établir toutes les relations entre les divers aréomètres en usage, et de fixer d'une manière expérimentale le rapport entre les densités des liquides et les numéros de graduation de leur échelle. »

PHYSIQUE. — *Études sur la cristallisation des sels; par* M. LONGCHAMPS. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Dumas, Pelouze, Babinet.)

« Les recherches que j'ai faites sur la cristallisation des sels, et dont les résultats sont l'objet de ce Mémoire, m'ont conduit à poser, comme une des lois qui régissent la matière, que les corps, en passant de l'état liquide à l'état solide, prennent de l'expansion, c'est-à-dire se dilatent.

» Comme conséquence de cette loi, et par des observations qui appuient cette conséquence, je montre que la cristallisation n'est pas le résultat de l'attraction des molécules, mais qu'elle est, au contraire, le résultat de leur répulsion.

» Enfin j'établis qu'il n'existe point d'eau combinée dans les sels, si ce n'est dans ceux que l'on nomme halhydrates, et que cette eau combinée, que l'on appelle plus particulièrement *eau de cristallisation,* n'est que de l'eau-mère qui est retenue interposée dans les alvéoles capillaires des sels, alvéoles dont la capacité est toujours en rapport avec le volume salin, ce qui explique la relation atomique que l'on a observée entre l'eau et les composants du sel.

» J'ai opéré sur des sels d'acides différents, de bases différentes; avec ou sans eau de cristallisation; enfin dans des systèmes cristallographiques différents.

» L'expansion n'apparaît pas toujours, il faut savoir la mettre à découvert, et par conséquent la débarrasser des effets de la contraction que le liquide éprouve par la perte de la chaleur et qui dissimulent l'expansion. A cet effet, j'ai comparé la marche thermométrique d'une dissolution saline qui cristallise et celle de l'eau-mère de cette même dissolution qui se refroidit. Outre l'expansion du sel qui a été mise ainsi à découvert, il en résulte

pour la science la connaissance de la dilatation de huit dissolutions salines par différents degrés de chaleur, et par conséquent la marche de huit thermomètres à dissolutions salines.

» Voici mon mode d'opérer :

» Je prends un matras dont le col est fort étroit, je le remplis d'eau distillée jusqu'à un certain point du col, et je prends le poids de cette eau; puis j'y ajoute le liquide gramme à gramme, en marquant chaque volume sur le col. Un des matras qui m'a servi contenait jusqu'au premier trait 195gr. d'eau, et au dernier trait il en contenait 204, et l'espace entre ces deux traits était de 210,4 millimètres; on pouvait donc observer facilement, à la simple vue, une contraction ou une dilatation de 1,4000 dans le volume du liquide.

» Je remplissais ce matras d'une dissolution saline saturée à 90 ou 95 degrés centigrades, et je le plaçais dans un bain-marie bouillant que je maintenais à 100 degrés pendant quinze à vingt minutes; puis je mettais un thermomètre à mercure dans ce bain-marie, et j'observais la marche que la dissolution et le mercure suivaient dans leur refroidissement.

» Ce refroidissement étant complet, je prenais le poids de la dissolution dans le matras; je faisais écouler l'eau-mère, et je prenais le poids du sel restant.

» Je prenais la pesanteur spécifique de l'eau-mère, dont je remplissais le matras jusqu'à une certaine division, et au moyen du bain-marie chauffé à 100 degrés, j'amenais cette eau-mère à la même température; puis un thermomètre à mercure était plongé dans le bain-marie, et j'observais la marche comparative des deux liquides dans leur refroidissement.

» On avait donc la pesanteur spécifique de l'eau-mère, la pesanteur spécifique du sel et son volume dans un volume donné de dissolution.

» La comparaison que je faisais ensuite entre la contraction de la dissolution saturée et la contraction de l'eau-mère, me faisait connaître l'expansion produite par la cristallisation du sel.

» Voici actuellement les résultats obtenus :

» Parmi les sels essayés, le sulfate de soude, l'alun, le sulfate de cuivre, et le nitrate de baryte, sont les seuls qui donnent une expansion apparente au moment de la cristallisation.

» *Sulfate de soude.* — L'expansion apparente a été de 1,2 volume; l'expansion dissimulée de 1,2; par conséquent l'expansion totale a été de 3,3, ce qui donne en définitive pour l'expansion de 100 de sulfate de soude 2,71,

mais que l'on devra certainement porter à 3, à cause de l'eau-mère que retenait le sel pesé, et dont on ne pouvait pas le débarrasser dans le matras où il était contenu.

» *Nitrate de soude.* — Il n'y a aucune expansion apparente. Celle qui a été constatée par la comparaison de la marche thermométrique de la dissolution et de celle de l'eau-mère est de 1,42 pour 100, que l'on peut porter en nombre rond à 1,5, à cause de l'eau-mère retenue.

» *Alun.* — Toute l'expansion se manifeste au moment de la cristallisation du sel; elle est de 4,04 pour 100.

» *Chlorure de potassium.* — Il n'y a point d'expansion apparente. L'expansion dissimulée est de 1,5 pour 100.

» *Nitrate de potasse.* — Il n'y a pas d'expansion apparente. L'expansion dissimulée est, en nombre rond, de 4 pour 100.

» *Sulfate de cuivre.* — L'expansion apparente et l'expansion dissimulée donnent, en nombre rond, un total de 4 pour 100.

» *Nitrate de baryte.* — La somme de l'expansion apparente et de l'expansion dissimulée est de 18 pour 100; c'est-à-dire qu'elle est deux fois et demie plus forte que celle de l'eau passant de l'état liquide à l'état solide.

» *Sulfate d'ammoniaque.* — Ce sel n'a donné ni expansion apparente ni expansion dissimulée; il y a même eu une légère contraction. Cette anomalie tient-elle à la nature du sel? Le sulfate d'ammoniaque dissous n'est-il point le sulfate d'ammoniaque cristallisé? »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur les indices de réfraction; par* M. DEVILLE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Dumas, Babinet.)

« Dans mon Mémoire j'établis d'abord que l'on doit considérer l'indice de réfraction des corps comme un caractère physique qu'il est bon de ne pas négliger surtout en quelques circonstances que la chimie moderne a rendues moins rares par la découverte de l'isomérie. Je discute ensuite la question de l'approximation avec laquelle il est convenable de déterminer l'indice donné comme caractère spécifique. Ma conclusion, à ce sujet, est que le troisième chiffre décimal est le dernier que les conditions physiques et chimiques des

expériences permettent de retrouver sensiblement le même, lorsqu'on opère dans des circonstances et sur des échantillons différents.

» Je donne ensuite le procédé dont je me suis servi, et enfin le détail de mes expériences, dont voici les principaux résultats.

» J'ai observé les indices de réfraction de mélanges d'eau et d'alcool dont les richesses en alcool décroissent régulièrement.

» J'ai remarqué que ces indices, à partir de celui de l'alcool absolu, plus grand que l'indice de l'eau, commencent à croître avec les proportions d'eau jusqu'à une valeur maximum correspondant sensiblement à une composition d'un équivalent d'eau avec un équivalant d'alcool. Les quantités d'eau augmentant encore, les indices décroissent en repassant par la valeur qui convient à l'alcool absolu, et qui alors correspond à l'alcool à 3 atomes d'eau pour se rapprocher de plus en plus de l'indice de l'eau pure.

» J'ai fait ensuite des observations analogues sur l'esprit de bois. J'ai trouvé:

» 1°. Que la densité de l'esprit de bois et celle de l'alcool sont sensiblement les mêmes, comme l'avait déjà vu M. Dumas ;

» 2°. Que pour les solutions d'esprit de bois, il y a un maximum de contraction égal sensiblement à celui de l'alcool et qui correspond à une combinaison de 3 équiv. d'eau avec 1 équiv. d'esprit de bois;

» 3°. Enfin, que les solutions d'esprit de bois ont un maximum d'indice qui appartient à la même combinaison. La courbe qui représente la loi des indices, en fonction des richesses des solutions, est, dans presque toute son étendue, symétrique de part et d'autre de l'ordonnée maximum ;

» 4°. Enfin j'ai observé que des solutions d'acide acétique ont un maximum d'indice correspondant au maximum de densité. L'acide acétique pur et la solution qui a la même densité que lui n'ont pas le même indice.

» J'ai l'espoir que des nombres semblables déterminés pour des solutions à proportions variables d'un corps dans un autre, pourront servir à établir les compositions de ces solutions qui semblent correspondre à des combinaisons à proportions fixes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur les eaux thermales d'Ham-am-escoutin (Algérie).* — Extrait d'une Note de M. COMBES.

« A une heure environ sud-ouest du camp de Mjetz-ammar, situé lui-même à 30 lieues de Bone, sur les bords d'un ruisseau que nous appelons Raz-el-akba, du nom de la montagne qu'il traverse, on voit des sources d'eaux

thermales où les Romains avaient fait un bel établissement, ainsi que l'attestent des ruines encore parfaitement conservées. Après avoir traversé la Seybouse et les collines qui entourent le camp, on voit s'étendre à droite une petite plaine bordée par un ruisseau dont il faut remonter le cours. Tout-à-coup la végétation cesse, le sol est blanc, dur, retentissant, et comme formé par une couche de plâtre dans une étendue de plus de 60 mètres de côté. Sur cette sorte de plate-forme on voit s'élever, éloignés de 4 ou 5 mètres les uns des autres, environ trente cônes blancs de grandeurs diverses, mais dont les plus élevés n'ont pas moins de 4 mètres de hauteur; ils affectent exactement la forme d'un pain de sucre. Ces cônes sont pleins, mais ils sont percés à leur sommet d'un trou qui semble être l'orifice d'un canal intérieur par lequel coulaient les eaux qui les avaient formés en déposant par couches successives les sels qu'elles tenaient en dissolution. Ces sources sont taries; le sol est sec et retentissant comme la terrasse d'une maison maure. Bientôt le plateau finit brusquement, et, de l'anfractuosité qui le borne, s'élèvent des nuages d'une fumée épaisse qui porte une odeur fortement sulfureuse. Déjà sur le bord on voit sourdre à fleur de terre des sources abondantes et nombreuses dont les eaux s'élèvent en bouillonnant et se répandent ensuite en nappe sur les concrétions qu'elles ont déposées autour d'elles. D'espace en espace, on voit, dans l'étendue de 30 mètres à peu près, s'élever des petits cônes au sommet desquels bouillonnent encore dans un petit cratère des eaux parfaitement limpides, et qui marquèrent à un thermomètre que nous avions apporté du camp 80° Réaumur. M. le Dr Guyon a adressé à l'Académie, dans sa séance du 7 janvier 1839, une Note dans laquelle il dit avoir trouvé 78° Réaumur, l'air ambiant étant à 35° Réaumur. A quoi tient cette différence? Ce qu'il y a de bien positif et facile à reconnaître, c'est que l'eau est en ébullition.

» Ces eaux se répandent en nappe vers la partie déclive du ravin, en coulant sur des couches salines qu'elles ont déposées. On voit, en approchant encore, tout le flanc de la colline, taillée à pic et haute de 18 à 20 mètres, parsemé de sources semblables à celles qui sont plus élevées, et qui, avant de tomber en nappes brûlantes, remplissent des coupes de diverses grandeurs, mais dont les moyennes peuvent avoir 1 mètre de long sur 40 à 50 centimètres de large, et qui se détachent gracieusement de la montagne comme des bénitiers à coquille. Ces petits bassins, formés par les sels que l'eau dépose chaque jour, sont d'un beau poli et d'une blancheur éblouissante. Ce n'est que de bien près qu'on peut voir à leur partie inférieure des

appendices cristallisés qui ressemblent à la surface des calculs muraux. Parvenues au bas du ravin, ces eaux se mêlent à celles d'un petit ruisseau très-rapide qui va se jeter dans la Seybouse. C'est après ce mélange, et à deux ou trois cents pas de leur chute, que les eaux ont une température convenable pour le bain ordinaire. Tout le cours de ce ruisseau est marqué par une riante végétation de lauriers-roses, d'arbousiers, de vignes sauvages et de plantes rampantes ou parasites dont la verdure éternelle contraste avec l'aspect aride et désert des terres voisines brûlées par un soleil ardent.

» J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie des Sciences quelques fragments des sels que déposent les eaux d'Ham-am-escoutin. »

M. Arago observe, à l'occasion de cet envoi, qu'il serait intéressant de faire l'analyse du dépôt calcaire laissé par les eaux, afin de voir si de nouvelles recherches confirmeront le résultat d'une première analyse qui indiquait dans les eaux thermales d'Ham-am-escoutin la présence d'une petite quantité d'arsenic. (Voyez *Compte rendu*, t. IX, p. 602.)

L'échantillon de sédiment adressé par M. Combes est remis à M. Regnault, qui est prié d'en faire l'analyse.

M. Bonnet, qui précédemment avait présenté, pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, un travail sur les sections tendineuses et musculaires dans le traitement du strabisme et de la myopie, adresse aujourd'hui, conformément à une des conditions imposées pour ce concours, une analyse de son travail, dans laquelle il signale les points qui lui paraissent le plus neufs et le plus faits pour attirer l'attention de la Commission.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre adresse un exemplaire du *Tableau de la situation des établissements français dans l'Algérie, en* 1840. Cette publication fait suite à celle que M. le Ministre avait envoyée à l'Académie le 31 juillet 1840.

M. Girardet écrit relativement à un *procédé de gravure en relief sur pierre*, soumis par M. Tissier au jugement de l'Académie. « Il y a dix ans, dit M. Girardet, que j'ai obtenu un prix pour ce procédé, et il y a huit ans que j'ai mis

en relief sur pierre, pour être clichés et imprimés en typographie, une grande quantité de caractères chinois pour une publication faite par un membre de l'Institut, M. Stanislas Julien, qui a mentionné ce fait dans sa préface. »

Cette Lettre est renvoyée à la Commission chargée de faire un rapport sur les produits présentés par M. Tissier, Commission qui se compose de MM. Séguier et Piobert.

M. **Gannal** adresse une nouvelle Lettre relative à l'emploi de la *gélatine considérée comme substance alimentaire.*

(Renvoi à la Commission de la gélatine.)

M. **Kobilski** écrit de nouveau relativement aux causes de l'écrasement du tube intérieur du puits de Grenelle.

M. **de Ruolz** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

F.

(Pièces dont il n'a pu être donné communication à la précédente séance.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

papiers de sureté. — *Papier sans fin filigrané; vignette délébile imprimée dans l'acte même de la fabrication; par* MM. **Knecht** *et* **Zuber**.

« L'Académie des Sciences s'est occupée, dès 1831, de la recherche des moyens les plus propres à empêcher les faux en écritures publiques ou privées, ainsi que le lavage frauduleux du papier timbré. Ses travaux une fois arrivés au point où il ne s'agissait plus que d'essayer une fabrication en grand d'après le système qu'elle avait proposé, M. le Ministre des Finances a ouvert un concours pour la fabrication de 500 rames d'un papier remplissant le mieux les conditions voulues.

» Ce concours, auquel chacun de nous avait été admis séparément, est fermé aujourd'hui; et après trois années d'efforts et d'essais aussi pénibles

que dispendieux, notre premier devoir est de faire hommage à l'Académie des Sciences du résultat de nos travaux.

» Les échantillons que nous avons l'honneur d'offrir à l'Académie se composent :

» D'une part, de ceux fournis par chacun de nous au concours, et d'autre part, d'essais que nous avons entrepris collectivement après la clôture du concours.

» Nous avons pensé, en effet, une fois la lutte terminée, qu'en réunissant nos procédés de fabrication et notre expérience, nous arriverions, si possible, à un résultat plus complet encore que par suite de nos efforts isolés, et nos prévisions paraissent, à cet égard, s'être pleinement réalisées; car nous croyons pouvoir affirmer que si l'administration veut aujourd'hui profiter de la fusion de nos différents moyens de fabrication, elle pourra y trouver, avec économie, la solution du problème dans toute son étendue; elle consisterait dans les dispositions suivantes :

» 1°. Fabrication mécanique d'un papier d'après le système de J. Zuber et compagnie, qui permet de produire un papier sans fin, filigrané, à pâte longue et collé à la gélatine, réunissant ainsi à une fabrication plus régulière, les conditions de durée du papier fait à la main;

» 2°. Impression au cylindre et sur la machine à papier même, d'une encre identique avec l'encre ordinaire de l'écriture, sans aucun épaisissant ni mélange, d'après les procédés réunis de MM. Knecht et Zuber;

» 3°. Emploi d'un cylindre en relief dont la durée très-considérable assure la conservation du type, d'après le procédé de M. Knecht;

» 4°. Choix d'une vignette gravée à la machine avec la plus grande perfection, au moyen de la machine Neuber, cédée à MM. Zuber et Knecht. »

(Renvoi à l'ancienne Commission des encres de sûreté; M. *Babinet* y remplacera feu M. Dulong.)

« M. **Dumas** prend occasion de cette communication pour faire remarquer que le concours ouvert par M. le Ministre des Finances pour la mise en pratique des propositions de l'Académie est clos depuis longtemps. Les produits que MM. Zuber et Knecht présentent aujourd'hui ayant été obtenus après la clôture du concours, la commission ministérielle a hésité à s'en occuper. Après mûr examen, toutefois, la commission a été d'avis qu'elle ne devait pas se considérer comme dissoute, de sorte que les fabricants qui croiraient avoir apporté, depuis l'époque de la clôture du concours,

quelque perfectionnement notable aux procédés précédemment connus, pourraient toujours réclamer son intervention, en s'adressant directement au Ministre des Finances. La Commission dont M. Dumas a l'honneur d'être le rapporteur désire que cet avis obtienne la plus grande publicité. »

M. **Sorel** met sous les yeux de l'Académie le modèle d'un nouvel *appareil voltaïque pour fixer le zinc sur le fer*, appareil qui convient également, suivant lui, pour la galvano-plastique et pour la dorure galvanique, l'argenture, etc.

« Cet appareil, dit M. Sorel, est composé d'un vase en cuivre, au milieu duquel est placé, sur un pied isolant, qui peut être de bois ou de verre, un petit cylindre de zinc amalgamé superficiellement; il est important que l'élément cuivre ait du côté du zinc une surface au moins dix fois aussi grande que celle du zinc. Le liquide conducteur qui m'a paru préférable pour cet appareil, est de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, à trois ou quatre degrés de l'aréomètre; ce liquide a l'avantage de peu salir le zinc, d'où il résulte que l'appareil marche longtemps sans que l'on soit obligé de nettoyer le zinc.

» La cause principale de la force constante de cet appareil tient à ce que le zinc, en s'appauvrissant de mercure par l'action de l'acide, devient de plus en plus attaquable, ce qui compense l'affaiblissement de l'eau acidulée.

» Cet appareil, ajoute M. Sorel, possède tous les avantages de la pile à courants constants de Daniell, sans en avoir les inconvénients, et n'exige pas, comme cette dernière, l'emploi de sacs ou de diaphragmes perméables aux courants électriques; il n'exige pas non plus l'emploi dispendieux du sulfate de cuivre. »

(Commissaires, MM. Becquerel, Dumas, Séguier.)

MM. **Hamman** et **Hempel** mettent sous les yeux de l'Académie un *nouveau compas pour tracer des ellipses* par un mouvement continu, et présentent une description de cet appareil.

On sait qu'on peut engendrer une ellipse par le mouvement d'un point qui tourne autour d'un second, lequel, à son tour, tourne avec une vitesse sous-double autour d'un point fixe. C'est sur ce principe qu'est construit le nouvel instrument.

(Commissaires, MM. Puissant, Sturm.)

M. **Silbermann** présente la description et le modèle de deux *appareils d'optique* imaginés par lui et exécutés par M. Soleil. Ces appareils sont destinés à donner la distance focale principale des lentilles convergentes, ainsi que des miroirs convergents.

Le Rapport sur ces deux instruments devant être fait prochainement, nous nous bornerons ici à annoncer leur présentation.

(Commissaires, MM. Biot, Arago, Pouillet, Babinet.)

M. **Van Beek** adresse un Mémoire ayant pour titre : « *Sur la propriété des huiles de calmer les flots, et de rendre la surface de l'eau parfaitement transparente.* »

Ce Mémoire se compose principalement de recherches historiques sur ce curieux sujet.

(Commissaires, MM. Arago, Beautemps-Beaupré, Roussin, Dutrochet, Pouillet.)

A l'occasion de la présentation de ce Mémoire, M. **Dutrochet** annonce que dans un ouvrage qu'il a en ce moment sous presse, il traite de la question qui fait l'objet du Mémoire de M. Van Beek. Il croit devoir faire cette remarque dans le cas où il se trouverait entre les explications ou les expériences contenues dans les deux ouvrages quelque chose de commun.

M. E. **Robert** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « *Sur des dents et coprolites de sauriens, sur des ossements de pachydermes, de chéloniens, etc., brisés et rongés par d'autres animaux antédiluviens, avec graines de chara, au milieu du calcaire grossier de Passy; suivi de nouvelles considérations relativement à l'origine de ce gisement ossifère, ainsi que de celui de Nanterre.* »

Ce Mémoire est accompagné de figures.

(Commissaires, MM. de Blainville, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

M. **Autourde** adresse un Mémoire sur la *rectification de quelques poids et mesures de France*. Ce Mémoire est transmis par M. de Barante, sous-préfet de Boussac (Creuse.)

(Commissaires, MM. Puissant, Mathieu.)

M. **Michaux** présente pour le concours au prix de Mécanique un nouvel *hydromètre.*

(Commission du prix de Mécanique, fondation Montyon.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce** adresse le XLIIIe volume des *Brevets d'invention expirés.*

M. **Schultz**, en adressant à l'Académie ses nouvelles recherches de physiologie végétale (voir le *Bulletin bibliographique* de la séance du 21 février), fait connaître, dans la Lettre suivante, les principaux sujets qu'il y a traités :

« Le nouvel ouvrage que j'ai l'honneur d'adresser contient le résultat des observations faites depuis la présentation du Mémoire sur les vaisseaux laticifères qui a eu l'honneur d'obtenir de l'Académie le grand prix de Physique. On y trouvera :

» 1°. Des recherches nouvelles sur la généralité des globules du latex dans les diverses familles des plantes ; sur la grandeur, la forme et la quantité des globules, circonstances desquelles dépend la couleur laiteuse ou non laiteuse. Les sucs deviennent de plus en plus laiteux, à mesure que la quantité et la petitesse des globules augmentent; ils deviennent plus clairs à mesure que les globules sont plus grands et en moindre quantité. Ainsi le latex du *Musa paradisiaca*, qui est presque clair, a les plus grands globules que je connaisse ; ces globules, figurés Pl. XXXII de l'ouvrage, sont comparables aux grandes vésicules du sang des batraciens.

» 2°. Des recherches sur le siége des diverses matières chimiques dans le latex. Les globules contiennent une matière adipo-cireuse, que j'ai nommée *Saftfett ;* cette substance, mêlée avec d'autres parties constituantes qui n'étaient pas bien séparées, principalement avec la substance organique des globules épuisés, constitue ce qu'on avait nommé jusqu'ici cire, galactine, et résine.

» Les globules nagent dans un liquide plastique, coagulable, diaphane (que je nomme *plasma*) et qui contient du caoutchouc, de la gomme, du sucre et des sels. Le caoutchouc se forme par la coagulation du latex de toutes les plantes, soit laiteux ou non laiteux, mais en quantité diverse. Sa

formation tient à ce que, pendant la coagulation, une partie considérable des globules se sépare du suc par l'absorption d'une substance poreuse. Néanmoins le caoutchouc du commerce contient encore beaucoup de globules qu'on reconnaît dans une lame mise sous le microscope. Le caoutchouc des figuiers (*F. elastica*) ne vaut rien, parce que la séparation des globules se fait imparfaitement, de manière qu'ils restent mêlés en grande quantité avec le caoutchouc, et le rendent tenace, visqueux, moins élastique. J'ai fait mes expériences avec du lait du Palo de Vaca, que j'ai reçu de Caracas, avec le lait des Euphorbes, du *Ficus elastica*, de l'*Asclepias syriaca*, avec le latex clair du *Musa paradisiaca*, etc.

» 3°. Des recherches sur la transformation de la sève en latex. Au commencement, la sève contient de la gomme, qui se transforme plus tard en sucre de raisins; le sucre de raisins devient sucre de canne. Il y a des plantes où la gomme se transforme peu et prédomine toujours, comme dans la vigne; d'autres où la métamorphose des matières ne va pas au delà de la formation du sucre de raisins, comme dans le bouleau; d'autres où la plus grande partie de la gomme devient bientôt sucre de cannes, comme dans les érables. Mais dans la sève des érables se trouve d'abord une grande quantité de gomme, beaucoup en automne, et très-peu au printemps. Ainsi il existe toujours une partie de sucre de raisins auprès du sucre de canne.

» La gomme et le sucre restent dans le latex, et leur solution forme le liquide fondamental du plasma, dans lequel se forment les globules après la respiration du suc. La sève, vers le temps de l'épanouissement des boutons, a une grande tendance à former des globules. La gomme du latex est, comme celle de la sève, semblable à la gomme de l'amidon; le sucre du latex est toujours du sucre de raisins.

» 4°. De nouvelles observations sur les vaisseaux du latex et leur genre. Dans des plantes où l'acide (qui se trouve dans le latex de toutes les plantes) est l'acide gallique, comme dans le *Musa paradisiaca*, on peut distinguer, sans aucune préparation, la distribution des vaisseaux laticifères en mettant une partie vivante d'une feuille dans une solution aqueuse d'un sel de fer qui rend noire la trace des réseaux de vaisseaux, après avoir pénétré le tissu jusqu'au latex.

» 5°. Des observations sur l'évolution des vaisseaux laticifères dans les couches corticales des arbres. Il y a des arbres qui forment plusieurs couches dans un été; d'autres qui ne forment dans plusieurs années qu'une couche, qui augmente graduellement d'épaisseur; d'autres où chaque année forme une couche.

» Il y a une grande différence entre la formation des couches ligneuses et corticales.

» 6°. Des observations sur la distribution du latex dans les vaisseaux contractés, dans le parenchyme cellulaire de la moelle, de l'épiderme, des poils, etc. »

ACOUSTIQUE. — *Études expérimentales sur les tuyaux d'orgue.* — Extrait d'une Lettre de M. CAVAILLÉ.

« J'ai eu l'honneur de vous adresser, le 15 février 1840, pour être soumis à l'examen de l'Académie, un Mémoire dans lequel j'ai consigné diverses observations d'acoustique. Ce Mémoire, résultat des études expérimentales que j'ai dû faire dans l'exercice de ma profession de facteur d'orgues, traite :

» 1°. Des tuyaux à bouche ou à flûte, du principe sonore de ces tuyaux;

» 2°. De considérations sur la flûte traversière et sur la flûte à bec;

» 3°. Des dimensions des bouches des tuyaux dans leur rapport avec l'intonation des mêmes tuyaux.

» Sous ce premier titre, nous croyons avoir démontré d'une manière plus évidente qu'on ne l'avait fait encore, la véritable fonction du premier moteur du son dans l'embouchure des tuyaux à flûte, moteur que nous assimilons à *une anche libre aérienne;* nous en déduisons plusieurs conséquences sur la qualité du son, et nous faisons remarquer l'analogie qui existe entre le principe sonore des tuyaux à flûte et celui des tuyaux à anche.

» Nous présentons, sous le deuxième titre, des considérations qui expliquent l'embarras qu'éprouvent certaines personnes pour acquérir une bonne embouchure sur la flûte traversière, et la différence de qualité de son entre celle-ci et la flûte à bec. Nous indiquons ensuite une amélioration dont la flûte à bec serait susceptible.

» Enfin, sous le troisième titre, nous faisons remarquer l'analogie qui existe entre les vibrations transversales des lames vibrantes d'air, et celles des lames vibrantes solides analysées par Daniel Bernoulli, et que nous supposons régies par la même loi. Nous en déduisons des données positives sur la hauteur à donner aux bouches des tuyaux, en rapport avec les intonations des mêmes tuyaux et la force élastique de l'air qui les anime. »

La Commission qui avait été chargée de l'examen du travail de M. Cavaillé étant devenue incomplète par suite du décès de M. Savart, M. Duhamel est désigné pour remplir la place vacante.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de pattes chez les trilobites.* — Extrait d'une Lettre de M. DE CASTELNAU.

« On sait que ces fossiles remarquables qui, depuis si longtemps, ont disparu de la surface du globe ont été rangés par les naturalistes, tantôt parmi les crustacés, et tantôt avec les Oscabrions, et ils semblent en effet, sous bien des rapports, se lier à la fois aux uns et aux autres.

» L'absence de pattes chez les trilobites semblait si bien prouvée (1), qu'un anatomiste dont la science déplore encore la mort récente chercha, dans les *Annales des sciences physiques* de Bruxelles, tome VIII, p. 254, à prouver que non-seulement ils étaient privés de ces appendices, mais que, d'après leur organisation, ils ne *pouvaient pas* en avoir. Cependant des échantillons que j'ai rapportés de l'Amérique du Nord, et qui seront sous peu déposés au Jardin des Plantes, prouvent de la manière la plus complète la fausseté d'une telle opinion. Les individus que je possède appartiennent au *Calymène Bufo* de Green, et proviennent des bords du Potomac, en Virginie; ils laissent voir distinctement une rangée de pattes de grandeur moyenne, très-minces, lamelleuses et attachées de chaque côté au segment moyen du corps.

» On peut également distinguer parfaitement sur eux, que ce que l'on considère comme les lobes latéraux ne consiste qu'en des appendices minces s'enroulant facilement, tantôt recouverts d'une membrane et tantôt libre comme dans beaucoup d'*Asaphes*. Ces organes étaient probablement destinés à porter des branchies, et dans quelques espèces, appartenant principalement au dernier genre que nous venons de citer, l'on voit souvent sur la roche qui entoure l'animal une sorte d'expansion en forme d'arbuscules qui pourrait bien en être la trace. Ce point d'organisation les rapprocherait un peu des Oscabrions, parmi lesquels ils ont été rangés par M. Tillesius et par d'autres; mais l'ensemble de leurs caractères ne permet pas de les retirer de la classe des crustacés, avec lesquels M. Brongniart les a si bien classés.

» Les pattes dont nous venons de parler ne nous ont encore paru visibles

---

(1) Je sais que M. Goldfuss publia, dans les *Annales des Sciences naturelles*, année 1828, la figure de quelques appendices qu'il considère comme des pattes, mais les détails de cette planche sont trop obscurs pour que le fait pût être considéré comme prouvé.

que dans les espèces du calcaire compacte et principalement chez celles ayant l'habitude de s'enrouler, ce qui a dû nécessairement les protéger; quant à celles du schiste et des calcaires lamelleux elles ont sans doute disparu lors de la formation par couches de la roche ambiante.

» Un individu du Calymène que j'ai déjà nommé m'a aussi offert un fait assez remarquable, c'est la preuve que le lobe médian ou antérieur de la tête était mobile et pouvait, lorsque l'animal s'enroulait, s'abaisser et se placer sous l'extrémité de l'abdomen. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lumière zodiacale, le* 10 *février* 1842. — Extrait d'une Lettre écrite de Lyon à M. *Arago* par M. **Bravais.**

« J'ai observé tout récemment la lumière zodiacale. Le 10 février 1842, par un ciel très-pur, elle s'étendait de l'horizon O. jusque vers 40° de longitude, entre $7^{h}\,7^{m}$ et $7^{h}\,52^{m}$ du soir (temps moyen); sa base renfermait Mars et ω Poissons, et plus haut elle occupait l'espace compris entre o et η Poissons; son éclat égalait celui de la voie lactée. Le 12 février, à $7^{h}\,40^{m}$ (temps moyen), je l'ai revue moins distincte; le ciel était moins pur, et son extrémité orientale ne paraissait guère dépasser le signe du Bélier. Depuis les années 1832 et 1833 où je vis cette lueur, en septembre, à Alger, je ne l'avais plus revue, pas même en février ou mars, dans l'hiver que j'ai passé près du cap Nord, lorsque toutes les nuits j'étais attentif aux moindres signes des lueurs célestes. Je remarque, en passant, que le 10 février, la Terre vient de dépasser, depuis trois ou quatre jours, par l'un des deux nœuds de la nuée météorique du 10 août. La clarté lunaire m'empêche en ce moment de continuer à observer cette lueur. »

M. **Arago** a présenté les tableaux des observations météorologiques faites, en 1841, à Marseille, par M. **Valz**, et, à Cherbourg, par M. le capitaine de vaisseau **Lamarche.**

MM. **Joly** et **Boisgiraud** prient l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission qui a été chargée de faire un rapport sur un Mémoire qu'ils ont présenté en commun au mois d'avril 1841, mémoire dans lequel ils ont eu pour objet de réfuter, au moyen de nouvelles expériences, les idées théoriques émises par M. Dutrochet, relativement au *mouvement du camphre à la surface de l'eau.*

A l'occasion de cette Lettre, M. **Dutrochet** annonce que, dans l'ouvrage

dont il a déjà parlé à l'occasion de la communication de M. Van Beek, il discute les expériences de MM. Joly et Boisgiraud, et montre qu'elles ne détruisent en rien les explications qu'il a données des mouvements du camphre et d'autres phénomènes qui se rattachent à la même cause d'action.

M. **Ingard** adresse une Note ayant pour titre : *Formule de Newton à vérifier.*

M. **Hallary** présente des conjectures sur les causes de la *déformation du tube intérieur du puits artésien creusé à l'abattoir de Grenelle.*

M. **Vergé** et **Loiseau** adressent le premier numéro d'un *Compte rendu mensuel des séances et des travaux de l'Académie des sciences morales et politiques.* (Voir au *Bulletin bibliographique*, page 321.)

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA. (Séance du 21 février 1842.)

Page 316, ligne 16, *au lieu de* d'autant plus, *lisez* d'autant moins
Ibid., ligne 21, *au lieu de* une autre de platine, *lisez* un arc de platine.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 8, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; 3e série, tome IV, janvier 1842; in-8°.

Annales des Sciences naturelles; janvier 1842; in-8°.

Ministère de la Guerre. — Tableau de la situation des établissements français dans l'Algérie en 1840; in-4°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; février 1842, in-8°.

Mémoires de la Société royale des Sciences, Lettres et Arts de Nancy; 1840; in-8°.

Traité de la Mort apparente, par M. VIGNÉ; 1841; in-8°. (Adressé pour le concours au prix concernant les Morts apparentes.)

Anatomie microscopique; par M. le Dr MANDL; 6e livraison (1re série, 4e livraison). *Appendices tégumentaires* (1re partie); Paris, 1841; in-fol.

Le chevalier Bayard, héroïde; par M. LACOUR; brochure, Le Mans; in-8°.

L'Amour maternel; par le même; broch. in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; tome XIII; feuilles 1 à 5; in-8°.

Treizième Lettre à M. Bonafous sur la culture du Mûrier et sur les éducations de Vers à soie; par M. A. CARRIER DE RODEZIN; in-8°.

Lettre relative à la Théorie des centres d'attraction; par M. DE LOS LLANOS MONTANOS; brochure in-12; Paris.

Paléontologie française; 38e livr.; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; tome XXII 3e et 4e livr.; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; février 1842; in-8°.

L'ami des Sourds-Muets; 4e année; novembre et décembre 1841, in-8°.

Médecine physiologique; Lettre par M. BIGEON; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Lettre à M. le docteur John Davy, au sujet des accidents de peste survenus tant au lazaret de Kouléli qu'à l'île de Proti; par M. A. PEZZONI; Constantinople, 1841; in-8°. (Présenté par M. Becquerel.)

Proposition pour un Congrès scientifique composé d'Ingénieurs et Architectes

européens; esquissée par le chevalier DE WIEBEKING, conseiller intime, et Munich, in-4°, une feuille d'impression.

Philosophical.. *Transactions philosophiques de la Société royale de Lo dres, pour l'année* 1842; partie 2e; Londres, 1841; in-4°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* n° 5 novembre 1841; in-8°.

Letter adressed... *Lettre adressée aux Membres de la Société royale Londres; par* M. le marquis DE NORTHAMPTON, président; in-8°. (Extr des *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres.*)

Researches in... *Recherches sur la Théorie des Machines; par* M. MOSELE Londres, 1841; in-4°. (Extrait des *Transactions philosophiques.*)

A Memoir... *Mémoire sur une portion de la mâchoire inférieure de l'Igu nodon; par* M. MANTELL; Londres, 1841; in-4°. (Extrait des *Transactio philosophiques.*)

The London... *Journal des Sciences et Magasin philosophique de Londr Édimbourg et Dublin;* vol. XIX, n° 127; vol. XX, n° 128; in-8°.

The Annals... *Annales d'Électricité, de Magnétisme et de Chimie, sous la di rection de* M. W. STURGEON; vol. VIII, n° 38 à 42; août à décembre 184 in-8°.

The quarterly Review; n° 137, décembre 1841; in-8°.

The Athenæum Journal; décembre 1841, in-4°.

Catalogue... *Catalogue des Livres de littératures diverses de la Bibliothèque la Société royale de Londres;* Londres, 1841; in-8°.

Nieuwe .. *Nouveaux Mémoires de la première classe de l'Institut royal Née landais;* tome VIII; 1re et 2e partie, tome IX; Amsterdam, 1839 et 184 3 vol. in-4°.

Verhandeling... *Mémoire sur les lois de la Force vitale; par* M. ONTIJ Amsterdam, 1840; in-8°.

Academia... *Académie médico-chirurgicale de Ferrare : programme concours pour l'année* 1840; une feuille in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 9.

Gazette des Hôpitaux; n° 23—25.

L'Écho du Monde savant; nos 707 et 708.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 243.

L'Examinateur médical; n° 9.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la culture du* Madia sativa, *faites à Bechelbronn, pendant les années* 1840 *et* 1841, *par* M. BOUSSINGAULT.

« Depuis quelques années on a fait d'assez nombreuses tentatives dans le but d'introduire dans la culture une nouvelle plante oléifère, le *Madia sativa*. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont entièrement contradictoires : les uns considèrent le Madia comme une acquisition précieuse, les autres pensent que cette plante est bien loin de répondre aux espérances qu'elle avait d'abord fait concevoir. Cette divergence d'opinions de la part de praticiens habiles, s'explique naturellement par les circonstances dissemblables dans lesquelles les observations ont été recueillies.

» Le Madia appartient aux cultures d'été; sa végétation est très-rapide, et, par ces raisons mêmes, il était facile de prévoir qu'il serait moins productif que le colza et la navette d'hiver, cultivés dans des conditions favorables de sol et de climat. Aussi n'est-ce pas à ces deux oléifères qu'il convient de comparer le Madia, mais bien à l'œillette et à la navette d'été. La culture du pavot n'est pas sans inconvénient, et le Madia semble offrir sur la caméline certains avantages au nombre desquels se place, en première ligne,

la qualité supérieure, le goût plus agréable de l'huile qui en provient. D'un autre côté la culture du colza est loin de réussir partout; elle est exigeante pour le sol et dans un grand nombre de localités de l'Alsace elle manque fréquemment, et c'est beaucoup si l'on compte une année productive sur trois. Les hivers, particulièrement ceux pendant lesquels il tombe peu de neige, exercent la plus fâcheuse influence sur le colza, et dans nos terres un peu fortes le rendement s'élève rarement au-dessus de 16 hectolitres par hectare.

» C'est sans aucun doute à ces divers motifs qu'il faut attribuer l'empressement avec lequel le Madia a été accueilli, là où le colza se trouve le plus exposé aux chances désavantageuses. Nous rencontrant précisément dans cette condition, nous avons dû essayer la culture de cette plante. Ce sont les résultats obtenus dans les deux dernières années que je me propose de faire connaître.

» Dans l'assolement invariablement suivi à Bechelbronn, la place du Madia était naturellement indiquée dans la première sole fumée, remplaçant ainsi la pomme de terre et la betterave. Ces deux cultures devaient donc nous servir de points de comparaison.

» Le cycle de végétation de la nouvelle plante étant d'environ 120 jours, et l'époque de la cueillette arrivant vers la fin d'août, on ne pouvait songer à la cultiver seule; car, en agissant ainsi, on eût laissé la terre improductive pendant les mois de septembre et d'octobre. Aussi, dans les cultures essayées en Alsace, le Madia a été généralement associé à la carotte, semée à la même époque et dont la récolte s'effectue tout à la fin de l'année agricole. On sait qu'une semblable culture mixte est fort souvent adoptée pour la même cause, dans les localités où l'on plante le pavot.

Culture mixte du Madia en 1840.

» Le 22 avril on a semé le Madia et la carotte sur une terre qui avait reçu 54 000 kilog. de fumier de ferme par hectare. Les terres qui ont porté les pommes de terre et les betteraves avaient la même dose d'engrais. Toutes comportaient les façons convenables qui seront détaillées plus bas.

» La cueillette du madia a eu lieu le 27 août; la durée de la culture a été par conséquent de 127 jours. On a obtenu sur un hectare: 21,60 hectolitres de graines, semences déduites. L'hectolitre a pesé 51 kilog.; le poids total de la graine récoltée 1101,6 kilog. Les fanes desséchées que nous avons utilisées comme litière en les mêlant avec de la paille, pesaient 3500 kilog.

» Les 21,6 hectog. de graines ont donné 323,57 litres d'huile de très-bonne

qualité; on a 14,98 litres par hectolitre de semences. L'hectolitre d'huile ayant pesé 89,20 kilog., le poids de l'huile fournie par un hectare planté en Madia s'élève, en 1840, à 289 kilogr. Le poids des tourteaux a été de 775,8 kilogrammes.

» Ainsi 100 kilog. de graines ont donné:

Huile.........	26,24
Tourteaux.....	70,42
Déchet........	3,34

» Nous avons payé au pressoir 2 fr. 75 c. par hectolitre de graine.

» Les carottes cultivées simultanément avec le Madia ont été récoltées dans les premiers jours de novembre. Détachées de leurs fanes, elles ont pesé 14631 kilog. Les deux plantes sarclées cultivées comparativement ont donné par hectare:

Betteraves......	13518
Pommes de terre.	14520

» Le loyer de la terre et la valeur de l'engrais étant les mêmes pour les trois cultures, on peut se borner, pour la comparaison qu'il s'agit d'établir, à indiquer les forces dépensées dans les façons particulières à chacune d'elles. J'exprime les forces employées en journées d'hommes et en journées de cheval. Nous estimons ici le travail d'un homme pendant un jour à 0fr.,90; la journée de cheval à 2 fr. (1).

» Le transport et la distribution des engrais, les labours et les hersages, sont des opérations communes à toutes les cultures; mais ces opérations peuvent exiger un emploi de forces très-variable, selon la distance des parcelles cultivées au domaine, l'état des chemins et la ténacité du sol labouré.

» J'ai pris pour les journées employées, des nombres moyens déduits de l'ensemble de travaux analogues, exécutés sur une grande surface de terrain, pendant l'année agricole 1839-1840. Enfin j'ai réuni dans un premier tableau (n° 1) les journées de travail exigées par les différentes façons propres à chaque culture. Dans un deuxième tableau (n° 2) le travail est exprimé en argent.

---

(1) Nous ne sommes pas encore définitivement fixés sur le prix de la journée du cheval.

TABLEAU N° I.

Cultures comparées de la betterave, de la pomme de terre et du Madia sativa semé avec carottes, par hectare.

NATURE DES TRAVAUX.	BETTERAVE. Journées.		POMME DE TERRE. Journées.		MADIA ET CAROTTE (*) Journées.	
	homme.	cheval.	homme.	cheval.	homme.	cheval.
Chargement du fumier	6,3	»	6,3	»	6,3	»
Transport du fumier	3,6	14,5	3,6	14,5	3,6	14,5
Distribution du fumier	4,1	»	4,1	»	4,1	»
Labour	4,9	8,3	4,9	8,3	4,9	8,3
Ouverture des sillons	4,9	8,3	»	»	»	»
Semaille, posage, repiquage	29,4	»	5,3	»	0,7	»
Hersage	»	»	»	»	0,5	1,0
Binage, sarclage	24,5		20,3	»	C. 29,2	»
				»	M. 7,0	»
Buttage	»	»	16,3	»	»	»
Récolte	33,0	»	55,3	»	C. 17,2	»
					M. 23,7	»
Rentrée, placement en silos	2,6	4,3	3,0	3,5	C. 2,0	4,0
					M. 6,9	6,6
Battage du Madia	»	»	»	»	M. 12,0	»
	113,3	35,4	116,1	26,3	118,1	34,4

(*) C indique les journées au compte de la carotte; M les journées au compte du Madia. Les journées sans indications sont communes aux deux plantes.

TABLEAU N° II.

CULTURE.	JOURNÉES.		TRAVAUX en ARGENT.
	homme.	cheval.	fr. c.
Betteraves	113,3	35,4	172,80
Pommes de terre	119,7	27,3	162,35
Madia, carottes	118,2	34,4	175,20

» Dans la culture de Bechelbronn, la première sole fumée fournit des fourrages qui passent ensuite aux engrais, presque en totalité. Nous devons, par conséquent, évaluer la quantité de substances alimentaires donnée respectivement par chacune des récoltes que nous comparons, la plus avantageuse pour le cas particulier où nous sommes placés, étant précisément celle qui produit le plus de matière nutritive. A la vérité, dans la culture du Madia, la carotte et le tourteau sont les seuls aliments récoltés; mais il est toujours possible d'estimer sous la même forme les fanes sèches de Madia, qui, en étant utilisées comme litière, permettent d'employer à la nourriture directe la paille de froment, à laquelle on les a substituées. L'huile est un produit marchand, et dès lors on peut représenter sa valeur par la quantité de fourrages dont elle permettrait l'acquisition. En 1840, l'huile de Madia se plaçait à 112 francs les 100 kilogrammes.

Les 289 kil. produits par un hectare valaient..........	323fr.68 cent.
Déduisant pour frais d'extraction et transport au pressoir.	51. 58
Reste........................	272. 10

» Une suite d'observations pratiques sur l'alimentation, que je ferai connaître dans un travail particulier, m'autorise à admettre les équivalents nutritifs suivants :

10 de foin nourrissent comme	28	de pommes de terre,
	40	de betteraves,
	40	de carottes,
	50	de paille de froment,
	2,6	de tourteau de Madia (1).

» Après les récoltes de 1840, les prix des fourrages qu'on rencontrait sur le marché étaient, pour 100 kilogrammes: foin, 10 francs; pommes de terre, 5 francs. L'équivalent en pommes de terre de 100 kilogrammes de foin eût coûté 14 francs. C'était l'acquisition de ce fourrage qui devenait le

(1) Ces observations se continuent : l'équivalent du tourteau est purement théorique. Nous donnons bien à nos vaches 2,6 de tourteau pour 10 de foin, mais le tourteau entre pour une proportion trop faible dans la ration pour qu'on puisse se prononcer sur son effet. La paille de froment des environs de Paris paraît plus nutritive que celle que nous récoltons ici. Une paille qui entre dans les fournitures militaires des chevaux de troupes, examinée sur l'invitation de M. le Ministre de la Guerre, m'a présenté un équivalent égal à 30.

moins favorable. Les 272$^{fr.}$ 10$^{c.}$ réalisés par la vente de l'huile représentent, employés à l'achat du foin, 27,2 quintaux de cette matière. Transformant en ce même fourrage les produits obtenus dans les trois récoltes, on a :

Culture du Madia : Tourteaux......	776 kil.	équivalent à	2985 kil. de foin
Fanes suppléant à la paille.........	3500		700
Foin résultant de la vente de l'huile.			2720
Carottes........................	14222		3520
			9925 kil. de foin.
Culture de la pomme de terre : tubercules.	14520 kil.	équivalent à	5186 kil. de foin.
Culture de la betterave : racines.........	13518		3380

» Il résulte de là qu'en 1840, des surfaces égales fumées à la même dose, supportant à très peu près les mêmes frais de façon, ont procuré à l'établissement, par les cultures du Madia uni aux carottes, des pommes de terre et de la betterave, des quantités de fourrage qui sont entre elles comme les nombres 99, 52 et 34.

» Dans la rotation de cinq ans, suivie à Bechelbronn, les avantages ou les inconvénients d'une nouvelle culture faite en première sole fumée ne peuvent pas se déduire uniquement des produits de la récolte ; il faut connaître en outre l'influence qu'elle exercera sur la céréale qui doit lui succéder. Il pourrait arriver, par exemple, qu'une récolte très-abondante de la plante sarclée fût suivie d'un rendement extrêmement faible en froment ou en avoine, et, dans les localités où l'on est intéressé à la production des céréales, il est à présumer que les bénéfices se trouveraient diminués. Pour ces motifs, j'ai cru devoir déterminer avec précision, en 1841, quel a été le produit en grain sur la sole qui avait porté le Madia en 1840.

» Après l'enlèvement des betteraves et des carottes venues avec le Madia, la saison se trouvait trop avancée pour semer des grains d'automne. On a semé de l'avoine en 1841. Les soles de pommes de terre ayant pu recevoir du froment, leur produit en grain ne peut entrer dans la comparaison que nous allons établir.

» En 1841 on a obtenu par hectare, sur l'ancienne sole de Madia :

Avoine 46,0 hect. à 47 kil. =	2181 kil.
Paille.................	5977

» Sur l'ancienne sole de betterave :

Avoine 41,5 hect. à 47 kil. =	1949 kil.
Paille..................	4791

» On voit que le produit en avoine obtenu sur Madia et carotte a été sensiblement plus élevé que celui recueilli sur la betterave. Ainsi, malgré la plus forte quantité de matière organique sèche venue dans la première de ces deux cultures, la terre paraîtrait avoir été moins épuisée. Si un résultat déduit d'une seule expérience n'était pas toujours suspect, celui-ci indiquerait, d'après les principes que j'ai posés dans un précédent Mémoire, que le Madia prélève plus de matières élémentaires sur l'atmosphère que ne le fait la betterave, plante que l'on considère d'ailleurs avec raison comme très-épuisante.

» Un résultat aussi avantageux que celui fourni par le Madia sativa en 1840 était fait pour nous encourager à étendre sa culture ; c'est ce que nous avons fait, j'ajouterai de suite, à notre plus grand dommage. C'est surtout en agriculture que les années se suivent et ne se ressemblent pas. En 1841, la terre ayant été fumée comme l'année précédente, l'hectare a produit :

Graine 9,14 hect., l'hectolitre pesant 51 kilog. La récolte en poids égale....	471 kil.
Les fanes ont pesé..	3488
Les 471 kil. de graines ont donné 97,73 kil. d'huile, et tourteaux.........	299

» 100 kil. de graine ont produit :

Huile..........	20,75 kil.
Tourteau.......	63,48
Déchet.........	15,77

» Les carottes intercalées ont été rentrées vers la mi-novembre ; ces racines avaient souffert : elles ont pesé, après avoir été débarrassées de la terre adhérente, 2985 kilogrammes. C'est, comme on voit, une récolte manquée. L'échec éprouvé dans la culture mixte de la carotte vient très-probablement du grand développement des feuilles du Madia qui ont trop ombragé le terrain ; cela est d'autant plus vraisemblable que nos récoltes racines se sont élevées cette même année bien au-dessus des moyennes.

» Par hectare nous avons récolté :

En betteraves......	45364 kil.	équivalent à foin......	9091 kil.
En pommes de terre.	27488	équivalent à foin......	9817

» La perte que nous a fait éprouver la culture du Madia en 1841 se trouve un peu atténuée par le haut prix des huiles, les plantes oléifères ayant généralement manqué. Le quintal métrique d'huile vaut 150 francs; les 100 kilogrammes de foin 5 francs. L'hectare ayant produit en huile une valeur nette de 156fr.,40 qui représente 31 quintaux de foin, la récolte mixte de Madia transformée en fourrage devient pour un hectare:

Tourteaux	299 kil. équivalent à................	1150 kil. de foin.
Fanes	3488 kil. suppléant à la paille équiv. à..	698
Foin provenant de la vente de l'huile équiv. à......		3120
		4968 kil. de foin.

» En 1841, le Madia a été semé le 2 mai; sa récolte a eu lieu le 1er septembre; la durée de la culture a été de 122 jours. Nous avons vu que l'année précédente la plante avait occupé le sol pendant 127 jours. Examinons maintenant si les influences météorologiques ont contribué à la mauvaise récolte que nous venons d'obtenir. Dans l'une et l'autre année, la maturité de la graine s'est opérée à fort peu près dans le même laps de temps; mais la plante de 1841 était très-herbacée. Ses grains assez abondants étaient très-petits, flasques, et le déchet considérable qu'ils ont éprouvé au pressoir montre qu'ils contenaient beaucoup d'humidité.

» Depuis trois ans, M. l'abbé Müller, curé de la paroisse de Gœrsdorf, fait, à ma prière, des observations météorologiques qui méritent toute confiance. Je dois à son obligeance les tableaux joints à ce Mémoire, dans lesquels sont indiquées les températures moyennes des jours pendant tout le temps qu'a duré la culture du Madia. La quantité de pluie tombée s'y trouve également consignée.

1840.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.
1	7° 55	16° 65	19° 55	14° 9	18° 25
2	7,5	14,5	21,0	22,05	16,7
3	7,7	13,95	15,0	21,5	17,9
4	8,1	13,2	13,5	15,8	20,05
5	7,65	15,6	14,2	15,85	21,35
6	8,1	19,15	16,6	17,55	21,75
7	9,6	18,9	19,65	17,55	22,25
8	9,05	16,8	21,00	17,00	21,6
9	10,95	17,0	22,8	16,35	14,55
10	8,5	14,5	20,85	16,25	19,45
11	10,35	13,25	20,00	15,75	20,15
12	10,1	14,0	18,8	14,8	19,2
13	11,85	17,9	19,75	14,65	17,05
14	13,65	16,9	18,1	14,85	19,5
15	13,55	14,75	21,05	16,85	17,45
16	13,55	14,6	21,7	17,0	16,9
17	11,05	15,1	21,35	19,25	17,0
18	13,1	14,2	20,3	17,1	15,45
19	14,15	13,35	17,8	22,15	13,55
20	13,9	13,7	17,5	19,95	17,25
21	....	10,1	16,75	17,95	19,0
22	15,7	8,15	21,05	17,95	20,5
23	15,65	11,05	20,4	16,55	22,15
24	15,4	11,4	15,7	18,6	19,0
25	16,3	14,95	11,1	17,35	19,45
26	17,85	14,85	12,8	18,25	21,25
27	17,0	11,55	14,5	15,05	21,25
28	17,75	17,3	15,2	16,0	21,8
29	19,25	20,2	17,0	18,3	22,5
30	18,95	16,75	15,6	19,8	21,0
31	.....	15,5	....	18,8	20,1
Moyennes.....	12,5	14,8	18,0	17,5	19,2

1841.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.
1	2° 45	18° 0	20° 75	16° 2	14° 0
2	7,05	19,8	20,75	15,3	14,5
3	7,05	21,5	20,9	17,65	15,75
4	7,55	18,85	19,7	16,0	16,25
5	7,45	19,95	20,35	22,5	18,5
6	6,95	20,5	16,5	22,0	20,0
7	7,25	17,85	12,9	18,75	18,4
8	7,25	17,7	12,45	17,85	20,7
9	6,6	13,5	10,3	15,9	19,8
10	4,95	12,15	11,65	16,35	17,55
11	7,2	17,1	13,05	13,35	17,0
12	6,0	17,45	14,25	13,5	15,35
13	8,1	15,45	14,65	15,7	16,0
14	8,5	11,75	11,8	13,25	17,4
15	9,5	13,7	12,65	16,0	17,7
16	10,25	15,15	12,6	18,25	17,45
17	9,3	18,3	12,9	17,35	19,25
18	12,3	19,25	15,7	18,5	17,0
19	10,9	17,0	14,4	17,1	19,8
20	11,0	16,4	12,15	16,5	22,15
21	12,1	17,45	15,95	18,95	22,0
22	15,5	18,2 (*)	18,95	16,35	20,8
23	12,6	21,25	18,8	15,1	20,35
24	13,0	23,75	17,6	18,8	17,7
25	16,7	22,85	20,4	17,35	14,6
26	17,3	23,45	18,35	17,85	14,4
27	19,4	24,0	22,55	19,5	17,95
28	19,9	27,85	15,7	19,5	19,95
29	19,45	23,5	17,1	17,5	21,65
30	20,3	20,2	15,0	14,5	22,55
31	....	20,8	....	14,7	22,35
Moyennes....	11,0	18,9	16,6	17,0	18,4

(*) La plus forte chaleur de l'année 1841 a été observée le 28 mai à 2 heures et demie de l'après-midi. Le thermomètre marquait 35°,4. Le même jour, au lever du soleil, il avait indiqué 20°,3.

Observations sur la pluie, faites pendant la culture du Madia, en 1840 et 1841.

MOIS.	EAU tombée en 1840.	EAU tombée en 1841.	JOURS de pluie en 1840.	JOURS de pluie en 1841.	REMARQUES.
Avril...	centim. 0,00	centim. 6,10	0	9	En 1841 le Madia a été semé le 2 mai.
Mai.....	6,94	5,60	13	7	
Juin ...	3,57	18,00	13	14	
Juillet..	8,80	9,20	16	15	
Août...	3,95	10,50	6	10	La culture de 1840, terminée le 26.
	centim. 23,26	centim. 49,40	48	55	

» Les observations de M. Müller montrent que pendant la culture favorable de 1840, la température moyenne des 127 jours a été de 17°,2. La température moyenne des 122 jours qui comprennent la culture défavorable de 1841 a été de 17°,6. Ce n'est donc pas à une saison moins chaude qu'il faut attribuer la mauvaise récolte faite en dernier lieu, comme le pensent sans aucune preuve les cultivateurs du pays ; mais il ressort à la première vue des tableaux dressés par M. Müller, que l'abondance des pluies en 1841 a pu influer de la manière la plus fâcheuse. On voit en effet que durant la culture de cette année, il est tombé environ deux fois la quantité d'eau qui avait été jaugée pendant la culture de l'année antérieure. Il est remarquable que le nombre de jours pluvieux ait été à peu près le même dans les deux années ; il y a eu deux jours de pluie de plus pendant la période où il est tombé le moins d'eau ; car, bien que le tableau de 1841 porte 55 jours où il a plu, il faut en retrancher les 9 jours qui appartiennent au mois d'avril, le Madia n'ayant été semé que le 2 mai. Restent par conséquent, pour la culture de 1841, 46 jours de pluie et 43^cent.,4 d'eau.

» En présence de deux résultats aussi opposés que ceux obtenus avec le Madia, dans les deux essais qui viennent d'être tentés, il devient assez embarrassant de décider si l'on doit abandonner ou continuer la culture. Pour

savoir à quoi s'en tenir relativement à notre climat, il convient, je crois, d'examiner quelles sont les circonstances météorologiques moyennes des mois pendant lesquels s'effectue la maturité de cette plante. Les précieuses observations faites à Strasbourg par M. le professeur Herrenschneider peuvent nous fournir les éléments de cet examen. Suivant ce savant observateur, on a pour les mois qui nous intéressent :

	Température moyenne.		Pluie.	Jours de pluie.
Mai...........	15°1		7,68	12
Juin..........	16,8		7,87	11
Juillet........	18,6		8,46	12
Août.........	18,1		6,68	10
Moyenne......	17,2	Somme	30,69	45

» Comparant avec les observations des deux dernières années, on a :

Cultures très-favorables....	1840	17,2	23,30	48
Cultures très-défavorables..	1841	17,6	43,40	46

» Les circonstances favorables à la culture se rapprochent le plus des circonstances moyennes. Sur 17 années d'observations que j'ai sous les yeux, je ne trouve que trois années dans lesquelles il est tombé en mai, juin, juillet et août, une quantité de pluie qui approche de celle recueillie pendant les mêmes mois en 1841. Ce sont :

1813	Eau jaugée	40,3 centim.
1816		40,6
1824		48,7

» Les observations des autres années indiquent ou une quantité d'eau tombée inférieure à celle reçue durant la culture de 1840, ou un nombre qui diffère de la moyenne $30^{\text{cent.}},7$.

» En admettant que l'abondance de la pluie a été la cause la plus influente sur le résultat fatal de 1841, et je ne vois réellement pas d'autre cause, on peut présumer qu'année moyenne la culture du *Madia sativa* sera profitable dans les départements de l'est.

» J'ai dit que l'huile de Madia possède des qualités qui, pour certains usages, doivent la faire préférer à celle de colza et de navette. J'ajouterai que M. Braconnot a fait avec cette huile un savon solide analogue au savon

d'huile d'olive; j'ai eu l'occasion de confirmer l'observation du célèbre chimiste de Nancy.

» Je me suis également occupé de l'examen des acides gras contenus dans l'huile de Madia; j'en ai retiré un acide solide et un acide liquide. L'acide solide est probablement de l'acide palmique; il fond exactement à 60°. Il contient:

Carbone	74,2
Hydrogène	12,0
Oxygène	13,8
	100,0

» L'acide liquide à la température ordinaire a été préparé par la méthode de Gusserow; ses propriétés rappellent celles de l'acide oléique découvert par M. Chevreul; cependant il m'a semblé sensiblement siccatif. Sa composition n'est pas exactement celle de l'acide oléique.

» Il contient, d'après quelques analyses:

Carbone	76,0
Hydrogène	11,0
Oxygène	13,0
	100,0

» Je suis à peu près certain que cet acide ne doit pas renfermer d'acide solide; mais il est possible que ce soit de l'acide oléique mélangé de ces acides liquides qui font partie des huiles siccatives, acides qui n'ont pas encore été étudiés. »

« M. Beautemps-Beaupré présente à l'Académie un ouvrage intitulé: *Pilote français*, cinquième partie, comprenant les côtes septentrionales de France, depuis Barfleur jusqu'à Dunkerque, levées en 1833, 1834, 1835 et 1836, par les ingénieurs-hydrographes de la marine, sous les ordres de M. Beautemps-Beaupré, ingénieur-hydrographe en chef, membre de l'Académie royale des Sciences et du Bureau des Longitudes, commandant de la Légion-d'honneur. Publié par ordre du Roi, sous le ministère de M. le baron Duperré, amiral, pair de France, secrétaire d'État au département de la Marine et des Colonies.

» Cet atlas contient:

5 Cartes générales,
18 Cartes particulières,
8 Plans,
62 Tableaux de marées. »

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, au scrutin, une Commission qui aura à préparer une liste de candidats pour la place d'associé étranger vacante par suite du décès de M. *de Candolle.* Cette Commission doit se composer du président de l'Académie et de six membres pris par moitié dans les Sections de sciences physiques et dans les Sections de sciences mathématiques.

MM. Arago, Gay-Lussac, Poinsot, d'une part, et de l'autre MM. de Blainville, Dumas et de Mirbel, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Mémoire sur la station des animaux; par* M. MAISSIAT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Duméril, Breschet, Piobert, Babinet.)

« Le Mémoire que je soumets au jugement de l'Académie, a pour but la théorie physique de la station chez l'homme et chez les animaux.

» Si l'on étudie avec soin la manière dont les auteurs rendent compte de la station des animaux, et de celle de l'homme en particulier, on s'aperçoit que la question n'a point été explorée à fond. Je laisse les objections de détail pour n'indiquer que deux difficultés majeures :

» 1°. On suppose une contraction musculaire incessante, ce qui rendrait la station aussi peu longtemps endurable que l'action de tenir le bras tendu: or l'expérience de chaque instant prouve le contraire;

» 2°. Les physiologistes sont unanimes à dire que l'attitude naturelle à l'homme posé debout, est de se tenir sur deux pieds: or les peintres et les statuaires ont fort bien observé (et Léonard de Vinci insiste là-dessus), que l'attitude habituelle à l'homme est de se tenir sur un seul membre.

» On voit ce fait de station *unilatérale*, non-seulement dans l'homme, mais encore dans nombre d'animaux susceptibles de pose en station; c'est donc l'attitude naturelle : pourquoi ?

» Mon travail consiste, au fond, à démontrer que la manière de concevoir

la station de l'homme admise jusqu'ici, ne s'applique qu'aux animaux qui usurpent momentanément la pose de station bipède relevée, qui ne leur est point naturelle; mais que l'homme jouit en propre, pour cette pose relevée (et c'est ce qui la lui rend naturelle), d'un mécanisme particulier, fort élégant, qui lui permet d'y rester dans certaines attitudes, en équilibre suffisamment stable, sans qu'il ait besoin de l'action continue d'aucun muscle.

» Il y a lieu alors chez lui à un de ces états d'équilibre que les physiciens désignent sous le nom d'*équilibre mobile*, parce qu'il tend incessamment à se troubler, et qu'il se rétablit sans cesse, par le fait même du mouvement, dès que ce mouvement commence.

» On parvient à l'intelligence de ce mécanisme par la considération de *torsions* qui ont lieu, durant la station, dans certaines jointures; c'est-à-dire qu'il y survient alors des tractions sur divers ligaments connus et décrits; mais la clef de tout est dans une bande fibreuse qui n'est connue jusqu'ici que comme portion plus résistante de l'aponévrose fascia-lata. Ce serait un vrai ligament articulaire tendu pendant la station.

» Cette bande fibreuse, assez mal terminée par ses bords, est d'une largeur variable entre 4 et 8 centimètres environ. Elle naît de la crête iliaque à son point le plus saillant, en dehors; de là elle descend verticalement sous la peau, touche au grand trochanter sur lequel elle est mollement assujettie, puis, longeant la cuisse, atteint le tibia et s'y fixe en dehors du genou. On pourrait la nommer bande *ilio-trochantéro-tibiale*, des noms partiels de ses deux points d'attache extrêmes et de son point assujetti, qu'il est indispensable de faire entrer dans le nom de cette bande, car tout son jeu dépend de cette disposition.

» La méthode que j'ai employée pour faciliter la discussion, consiste à considérer successivement, de haut en bas, les divers groupes des parties du corps mobiles ensemble; ainsi, j'ai d'abord dit un mot de l'équilibre de la tête sur la colonne vertébrale supposée fixe; puis j'ai pris à la fois la tête, le tronc et les membres supérieurs comme un seul groupe, et j'ai cherché les conditions d'équilibre de son centre de gravité sur les fémurs, considérés à leur tour comme fixes. Et ainsi de suite, j'ai ajouté les cuisses, puis les jambes, et enfin les pieds. Par une même raison de méthode, j'ai, pour tous les centres de gravité partiels, considéré les mouvements possibles séparément, dans deux directions coordonnées, l'une d'avant en arrière, l'autre latéralement.

» Mais le geste, etc..., amenant des déplacements dans ces divers centres de gravité partiels, j'ai discuté pour chacun les limites entre lesquelles

ces déplacements peuvent avoir lieu, sans rupture de l'équilibre général.

» Il ressort de cette discussion que la station sur les deux membres exige encore, pour être maintenue, l'action continue de deux muscles au moins, laquelle action supprimée, l'attitude symétrique en question tend à se convertir en une autre non symétrique, *sur un seul membre*, attitude *naturelle*, parce qu'elle est suffisamment stable sans l'action continue d'aucun muscle.

» J'ai pu prendre alors le cas général de la station considérée dans son ensemble, c'est-à-dire quand les mouvements, étudiés d'abord par abstraction, séparément, selon deux directions coordonnées, se composent comme il arrive dans la réalité.

» Pour donner, en deux mots, à l'Académie une idée des détails, je dirai que, pendant la station en attitude naturelle, sur un seul membre,

» 1°. D'avant en arrière, l'équilibre est stable à l'articulation coxo-fémorale, parce qu'un plan vertical passant par un axe transversal de torsion qui y existe, laisse en arrière le centre de gravité des parties supérieures, d'où il suit que ce centre de gravité ne peut se mouvoir ni en avant, car il devrait en même temps remonter, ni en arrière, car la résistance à la torsion s'y oppose. L'équilibre est pareillement stable à l'articulation du genou, parce qu'un plan vertical mené par son axe de torsion laisserait en avant le centre de gravité des parties supérieures, d'où il suit que ce centre de gravité ne saurait se mouvoir ni en arrière sans remonter, ni en avant sans forcer les ligaments croisés, etc., qui déjà résistent suffisamment. Sur l'axe tibio-tarsien l'équilibre n'est guère qu'instable : là quelques contractions musculaires rares, moyennement alternatives, deviendront nécessaires et suffiront.

» 2°. Équilibre latéralement : dans ce sens, tant que l'homme se tient sur deux membres, l'équilibre n'est qu'instable sans l'action continue de certains muscles. Le genou étant latéralement inflexible, on peut considérer, pour ce sens, le tibia et le fémur, ensemble, comme une seule tige rigide, et, sommairement, les deux membres comme deux tiges verticales, parallèles, unies en haut transversalement par le bassin. Le bassin compléterait ainsi, avec le sol, une sorte de cadre rectangulaire sur lequel serait posée la masse du tronc. Mais il reste aux quatre angles de ce cadre idéal, c'est-à-dire aux articulations coxo-fémorales et aux pieds, une certaine mobilité trop facile encore pendant l'attitude sur deux membres : par suite, l'équilibre n'y est passivement possible que pour la position exactement

symétrique de tout le système, et n'est évidemment qu'instable. Au moindre dérangement des masses, à droite ou à gauche, le mouvement continuerait angulairement, en s'accélérant, jusqu'au sol, si les angles pouvaient indéfiniment varier. Mais celui des deux angles supérieurs qui devient aigu, c'est-à-dire celui du côté du membre sur lequel passe le centre de gravité du tronc, ne devient aigu que par torsion. Cet angle, en effet, sera bientôt empêché de diminuer par la résistance de la bande *ilio-trochantéro-tibiale* de son côté, et des autres ligaments dont la distension augmente successivement. Cette résistance à la torsion deviendra enfin invincible près de la position où la verticale du centre de gravité du tronc passerait par le pied qui porte, et l'on démontre facilement qu'il y a lieu dès lors à un *état stable d'équilibre mobile*.

» On peut vérifier tout ceci par une expérience sur soi-même : si l'on s'abandonne au repos dans l'attitude sur deux membres, un mouvement, à droite ou à gauche, ne tarde guère à survenir; on le sent s'accélérer d'abord comme pour une chute latérale, mais bientôt il se rencontre une cause d'arrêt dans le système, puis un léger mouvement de retour se laisse percevoir, et enfin un nouveau repos se manifeste.

» Mais, dès lors, tout est changé: la taille a perdu de sa hauteur, on n'est plus dans l'attitude sur deux membres, on est tombé dans une autre. Celle-ci en effet n'est plus symétrique, et c'est l'attitude véritablement naturelle à l'homme que d'être ainsi posé sur un seul membre, l'autre restant partout un peu fléchi et souple, comme, par exemple, on le voit dans l'Apollon du Belvédère. On observe bien encore quelques oscillations légères des groupes partiels du système les uns sur les autres, mais ces oscillations se corrigent d'elles-mêmes, sans attention de notre part, entre certaines limites elles sont une conséquence de l'espèce d'équilibre qui a lieu. Aussi Léonard de Vinci proclame-t-il l'attitude sur un seul membre comme le caractère de la pose naturelle de station chez l'homme.

» Dans cette attitude naturelle, le plan de symétrie du tronc reste vertical et passe sensiblement par le milieu du pied qui porte. C'est encore là un fait observé par ce même auteur, et, en général, toutes les remarques qu'il fait sur la station concordent avec la théorie que je soumets ici.

» J'ajoute qu'elle ma paru avoir des applications à l'étiologie et au traitement de certaines maladies chirurgicales telles que *le pied plat, la luxation congéniale du fémur,* sa *luxation accidentelle, ses fractures.*

» Enfin ce même travail tient à des questions philosophiques très-relevées, car il en ressort pour l'homme un caractère qui me semble jusqu'à

présent exclusif. Et même on arrive à ce point de pouvoir dire *que le mécanisme de la station nécessite, dans les animaux qui en sont doués, la symétrie des parties du corps dans les limites qu'on y observe.* On sent toute la gravité de cette conséquence, car ce serait là le *principe de la loi de Bichat.* Mais *cette symétrie est exigée plus rigoureusement encore par le mécanisme de la locomotion* strictement lié au précédent, et s'étend, sous ce second point de vue, *à la généralité des animaux qui en jouissent.* Ce n'est donc qu'après avoir discuté la locomotion que je pourrai chercher à appuyer cette seconde proposition spécialement: aujourd'hui, je me borne à en prendre date devant l'Académie. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'origine des globules du sang, de leur mode de formation et de leur fin; par* M. AL. DONNÉ. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Flourens, Dumas, Milne Edwards, Payen.)

« Il existe dans le sang trois espèces de particules : 1° les globules rouges ou sanguins proprement dits; 2° les globules blancs qui n'ont été bien connus que dans ces derniers temps; 3° les globulins du chyle.

» Les globules rouges sont plats dans toutes les espèces de sang; ils sont circulaires dans le sang des mammifères, et elliptiques dans celui des oiseaux, des poissons et des reptiles.

» Les globules elliptiques sont les seuls qui présentent une substance solide dans leur intérieur; on ne peut pas démontrer l'existence d'un noyau dans le centre des globules circulaires.

» Le contact de l'eau transforme tous les globules sanguins en petites sphères, et c'est à cette circonstance, ignorée des anciens observateurs, que l'on doit attribuer l'opinion de quelques-uns d'entre eux sur la forme sphérique des globules du sang des mammifères et sur la forme également sphérique que l'on admettait dans les globules du sang des oiseaux, au moment de leur formation dans l'embryon; cette forme n'est que secondaire et déterminée par l'action de l'eau dont on se servait pour étendre le sang ou pour préparer l'embryon de l'œuf.

» Les globules sanguins proprement dits des mammifères, ou les globules circulaires, sont solubles dans l'acide acétique sans laisser de résidu;

» Les globules sanguins proprement dits des oiseaux, des poissons ou des reptiles, ne sont qu'en partie solubles dans l'acide acétique; la substance interne ou noyau résiste à l'action de cet agent.

» Tous les globules sanguins, quelle que soit leur forme et la classe à

laquelle ils appartiennent, sont solubles dans l'ammoniaque et insolubles dans l'acide nitrique.

» En résumé, les globules sanguins proprement dits, ou les globules rouges, paraissent formés d'une vésicule aplatie, contenant une substance solide ou noyau dans les globules elliptiques et une substance fluide dans les globules circulaires.

» L'anomalie que l'on a signalée dans les globules sanguins de la famille des chameaux, ne porte que sur la forme et nullement sur la structure intime; celle-ci est tout à fait semblable à celle des globules sanguins des autres mammifères.

» Les globules blancs sont incolores, sphériques, légèrement frangés dans leurs contours, et comme granuleux; ils existent dans le sang de tous les animaux, et on peut les voir circulant avec le sang dans l'intérieur des vaisseaux; leur nombre est bien plus considérable qu'on ne le pensait; l'eau les désagrége, l'ammoniaque les dissout, l'acide acétique les contracte; ils paraissent formés d'une vésicule contenant dans son intérieur trois ou quatre granulations solides.

» Les globulins sont de petits grains n'ayant pas plus de $\frac{1}{300}$ de millimètre de diamètre, et en tout semblables aux globulins du chyle.

» On ignorait jusqu'ici l'origine, le mode de formation et la fin des globules sanguins; voici ce qui résulte de mes recherches sur ce sujet:

» Les globules du sang ne sont pas tous identiques, ni au même degré de formation; ils ne résistent pas tous de même à l'action des agents chimiques, et la différence de leurs propriétés indique qu'ils ne sont pas tous au même état de développement.

» Les globulins sont le produit du chyle incessammment déversé dans le sang; ces globulins se réunissent trois à trois ou quatre à quatre, et s'enveloppent d'une couche albumineuse en circulant avec le sang; ils constituent de cette manière les globules blancs.

» Les globules blancs une fois formés, changent peu à peu de forme; ils s'aplatissent, se colorent, et la matière intérieure granuleuse devient homogène ou se dissout; ils se transforment enfin en globules sanguins proprement dits ou en globules rouges.

» Les globules sanguins rouges n'ont eux-mêmes qu'une existence passagère; ils se dissolvent dans le sang au bout d'un certain temps et constituent ainsi le fluide sanguin proprement dit.

» Certaines substances sont susceptibles de se transformer immédiatement en globules sanguins par leur mélange direct avec le sang.

» Le lait qui, par sa constitution organique, par l'état de ses principaux éléments et par ses propriétés physiologiques, a la plus grande analogie avec le sang, est surtout propre à démontrer cette transformation.

» Les injections de lait dans les veines des animaux, en certaines proportions, ne produisent en effet aucune action délétère, et la nature des globules de ce liquide permet de le suivre et de le reconnaître partout.

» Or l'observation démontre que ces globules injectés dans les vaisseaux se transforment directement en globules sanguins, par le même mécanisme qui fait passer les globulins du chyle à l'état de globules blancs et ceux-ci à l'état de globules rouges.

» La rate paraît être spécialement chargée d'opérer cette transformation; c'est du moins dans cet organe que l'on trouve le plus grand nombre de globules blancs à tous les degrés de formation.

» L'examen de la circulation dans les organes les plus vasculaires ne montre en aucun point les globules sanguins sortant de leurs vaisseaux pour aller se combiner aux organes ou aux éléments organiques; mais la partie fluide du sang transsude au travers des parois vasculaires, et c'est là probablement le fluide essentiellement organisateur.

» Enfin les jeunes animaux nourris avec d'autres substances que le lait s'élèvent et se développent beaucoup moins bien que ceux auxquels on conserve le lait de leur mère, et l'influence d'une nourriture mal appropriée peut aller jusqu'à altérer sensiblement la forme et la nature des globules du sang. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur les marées des côtes de France, et particulièrement sur les lois du mouvement de la mer pendant qu'elle s'élève et qu'elle s'abaisse; par* M. CHAZALLON.

(Commissaires, MM. Arago, Beautemps-Beaupré, Mathieu, Roussin.)

L'auteur, dans une Lettre adressée à M. Arago, résume de la manière suivante les résultats des recherches qui font l'objet de ce Mémoire.

« 1°. Le niveau moyen n'est pas constant (abstraction faite de la pression barométrique); à Goury, près le cap la Hague, il varie d'environ 70 centimètres;

» 2°. Les marées ne sont pas dans un rapport constant avec celles de Brest; à Dieppe, ce rapport varie de 1,3 à 1,8;

» 3°. La différence des heures des pleines mers de deux ports n'est pas constamment égale à la différence des *établissements* de ces ports;

» 4°. La loi suivant laquelle la mer s'élève et s'abaisse, s'écarte beaucoup de la loi donnée par Laplace : ainsi la durée du flot, bien loin d'être égale à celle du jusant, en diffère quelquefois de $2^h\ 15^m$;

» 5°. L'expression analytique donnée par Laplace pour calculer les hauteurs de la mer est incomplète, car, outre l'ondulation semi-diurne (dont la période est $\frac{1}{2}$ jour lunaire) et la petite ondulation diurne qui constituent sa formule, *il existe d'autres ondulations* qui produisent des marées considérables, et dont la somme s'élève, dans certains ports, au quart de la marée semi-diurne;

» 6°. Ces ondulations, dont personne ne semble avoir soupçonné l'existence (à l'exception peut-être de M. Savary), ont une période de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$, etc., de jour;

» 7°. En complétant la formule de Laplace au moyen de ces ondulations, on représente, avec une précision admirable, le mouvement ascensionnel et descensionnel de la mer, dans tous les ports pour lesquels il m'a été possible d'avoir des observations, et pour lesquels j'ai construit graphiquement près de 400 courbes.

» J'ai l'espoir que ces résultats paraîtront dignes de quelque intérêt, et je crois que l'on peut même déjà en tirer parti pour la pratique. Ainsi, dans un ouvrage récemment publié sur les travaux du Havre, M. Frissard, ingénieur en chef, repousse les projets de barrage de la Seine, en disant (p. 230) : « M. Lamblardie *a démontré* que le barrage déversoir ferait perdre au Havre cette propriété si belle et si utile de garder son plein. »

» Il me semble qu'après avoir parcouru mon Mémoire, on aura la conviction que la Seine n'entre absolument pour rien dans ce phénomène, qui résulte simplement de la grandeur de la marée quart-diurne et semi-tiers diurne, et du point où leur minimum vient se greffer, pour ainsi dire, sur l'ondulation semi-diurne. Cette tenue, d'ailleurs, est bien plus considérable *en pleine côte*, vers l'entrée de l'Orne.

» Tous les résultats précédents ont été obtenus sans employer de difficiles calculs, mais j'ai patiemment épié la nature, et, d'induction en induction, en m'appuyant alternativement sur le calcul et sur l'observation, je suis remonté à la source des diverses anomalies.

» Mon travail, monsieur, ajoute l'auteur de la Lettre, est assurément loin d'être complet, mais en vous l'adressant j'ai été mû par l'espoir que vous

prendrez fait et cause pour l'organisation définitive des observations des marées, car jusqu'ici mes efforts ont été complétement impuissants. Je n'ai pas oublié d'ailleurs le discours dans lequel vous fîtes si bien sentir la nécessité de remplacer par une machine, le mode d'observation, si incertain et si incomplet, employé jusqu'ici. »

GÉODÉSIE. — *Mémoire sur quelques-unes des irrégularités que présente la structure du globe terrestre ; par* M. **Rozet.**

Dans ce Mémoire, l'auteur a refondu et coordonné les diverses communications qu'il avait faites sur le même sujet à l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **de Girard** adresse un supplément à une Note qu'il avait précédemment présentée sous le titre de : « *Description d'un nouveau météorographe.* »

Cette Note additionnelle, qui est accompagnée d'une figure, est renvoyée à l'examen de la Commission déjà nommée.

M. **Pinette** présente un Mémoire ayant pour titre : «*Considérations sur la gymnastique moderne et sur le parti qu'on en peut tirer pour le redressement des déviations de la taille.* »

(Commissaires, MM. Larrey, Double, Breschet, Babinet.)

M. E. **Ney**, chargé d'affaires de France à Turin, transmet un Mémoire de M. **Rayneri** sur la *direction des aérostats.*

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. **Perrot** transmet un extrait certifié des registres de l'Académie royale de Rouen (classe des Sciences, séance du 23 janvier) constatant que dans cette séance on a présenté en son nom divers «*objets en métal recouverts d'une couche d'or très-belle et très-solide, au moyen d'un procédé électro-chimique,* » procédé dont la description d'ailleurs n'a pas été donnée dans cette séance.

Sur la demande de M. Perrot, cette pièce est renvoyée à l'examen de la Commission concernant les Arts insalubres.

M. **Lecomte** présente, au nom de M. *de Beurges*, des échantillons de pa-

piers de sûreté fabriqués pour le concours ouvert par M. le Ministre des Finances, et qui avaient été, suivant lui, signalés par la Commission comme approchant de très-près du but proposé.

M. Lecomte, dans la lettre d'envoi, répond à quelques objections qui avaient été faites par MM. les commissaires, et discute en outre le plus ou moins d'efficacité des garanties qu'offrent les procédés des autres concurrents, notamment ceux de MM. *Knecht* et *Zuber*.

(Renvoi à l'ancienne Commission des encres et papiers de sûreté.)

M. Marcescheau adresse, pour la Commission chargée de l'examen de son Mémoire concernant un *système nouveau de locomotion pour les pentes des chemins de fer*, une Note additionnelle ayant pour objet de prouver que dans ce système il n'y a pas seulement une question industrielle, mais aussi une question scientifique qui est tout à fait du ressort de l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

L'Académie reçoit, pour le *concours au prix concernant les morts apparentes*, deux Mémoires inscrits sous les n°s 2 et 3;

Et pour le *concours au prix concernant la Vaccine*, un Mémoire inscrit sous le n° 12.

Ces trois Mémoires portent, conformément au programme, une épigraphe et le nom de l'auteur enfermé sous pli cacheté.

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Calcul de deux perturbations d'Uranus qui sont de l'ordre du carré de la force perturbatrice; par* M. Ch. Delaunay.

(Extrait par l'auteur.)

« M. Hansen, de Gotha, dans une Lettre qui vient d'être insérée dans le Journal de M. Schumacher, annonce qu'il a trouvé dans la longitude d'Uranus deux termes de perturbations inconnus jusqu'ici. Ces deux termes répondent, l'un à une période d'environ 1600 ans, et l'autre à une période à peu près égale à la *durée de la révolution* d'Uranus: leurs arguments dépendent à la fois des trois moyens mouvements de Jupiter, Saturne et Uranus. Enfin, M. Hansen a trouvé les coefficients de ces termes égaux à 31",5, et

$7'',6$: mais il ne donne pas ces nombres comme rigoureusement exacts; il ne croit pouvoir en répondre qu'à $2''$ près.

» M. Liouville m'ayant engagé à faire les calculs nécessaires pour retrouver ces termes, et constater principalement la grandeur de leurs coefficients, je me suis occupé de ce travail, et c'est le résultat de mes recherches que je présente dans ce Mémoire.

» Si l'on nomme n, n', n'', les moyens mouvements sidéraux de Jupiter, Saturne et Uranus, on sait que la grande inégalité de Jupiter et de Saturne dépend de l'argument $(5n'-2n)t$; d'un autre côté la quantité $3n''-6n'+2n$ est très-petite relativement à n'' (à peu près comme $1 : 19$), comme il est facile de s'en assurer. On conçoit donc que si l'on prend les termes provenant de l'action de Saturne sur Uranus qui dépendent de l'argument $(3n''-n')t$, et qu'au lieu d'y considérer les éléments de Saturne comme constants, on tienne compte des grandes inégalités de ces éléments, on pourra trouver, dans la théorie d'Uranus, des termes de perturbations sensibles. C'est en effet ainsi que se produisent ceux annoncés par M. Hansen.

» J'ai dû commencer par déterminer les grandes inégalités des éléments de Saturne : mais comme je ne me proposais que de vérifier approximativement les résultats de M. Hansen, j'ai calculé ces grandes inégalités en négligeant les termes du cinquième ordre relativement aux excentricités et aux inclinaisons, et ceux qui sont de l'ordre du carré de la force perturbatrice. Au moyen des valeurs ainsi trouvées, j'ai pu calculer les inégalités des éléments d'Uranus qui dépendent de l'argument $(3n''-6n'+2n)t$. En posant

$$\rho'' = \int n''\,dt,$$

et appelant ε, ε', ε'' les longitudes moyennes de Jupiter, Saturne et Uranus à l'origine du temps (1750), e'' l'excentricité d'Uranus, et ϖ'' la longitude de son périhélie, j'ai trouvé

$$\begin{aligned}
\delta\rho'' &= \; 32'',10 \sin[(3n''-6n'+2n)t + 3\varepsilon''-6\varepsilon'+2\varepsilon+22^\circ 13'52''],\\
\delta e'' &= -\; 3'',45 \cos[(3n''-6n'+2n)t + 3\varepsilon''-6\varepsilon'+2\varepsilon+57^\circ 31'56''],\\
e''\delta\varpi'' &= -\; 3'',45 \sin[(3n''-6n'+2n)t + 3\varepsilon''-6\varepsilon'+2\varepsilon+57^\circ 31'56''].
\end{aligned}$$

» Si l'on représente par v'' la longitude d'Uranus, on a, en négligeant e''^2,

$$v'' = \rho'' + \varepsilon'' + 2e''\sin(\rho''+\varepsilon''-\varpi''):$$

on en déduit, en négligeant $\delta\varepsilon''$ devant $\delta\rho''$ (ce qu'on ne pourrait pas faire

dans un calcul plus exact),

$$\delta\nu'' = \delta\rho'' + 2\sin(n''t + \varepsilon'' - \varpi'')\,\delta e'' - 2\cos(n''t + \varepsilon'' - \varpi'')\, e''\delta\varpi'' + 2e''\cos(n''t + \varepsilon'' - \varpi'')\,\delta\rho'';$$

et par suite, au moyen des valeurs de $\delta\rho''$, $\delta e''$ et de $e''\,\delta\varpi''$,

$$\begin{aligned}\delta\nu'' = {} & 32'',10 \sin[(3n'' - 6n' + 2n)t + 3\varepsilon'' - 6\varepsilon' + 2\varepsilon + 22^\circ 13' 52'']\\ & - 8'',18 \sin[(2n'' - 6n' + 2n)t + 2\varepsilon'' - 6\varepsilon' + 2\varepsilon + 38^\circ\ 3' 50'']\\ & - 1'',50 \sin[(4n'' - 6n' + 2n)t + 4\varepsilon'' - 6\varepsilon' + 2\varepsilon + 35^\circ 37'\ 3'']\end{aligned}$$

» Le premier terme correspond à une période de 1608 ans, le second à une période de 88 ans et demi, et le troisième à une période de 80 ans. Les deux premiers termes sont ceux dont parle M. Hansen: la différence entre ses coefficients et les miens est, comme on voit, très-faible, et comprise dans les limites d'erreur qu'il admet. »

M. le capitaine de vaisseau **Bérard** adresse les résultats de diverses observations qu'il a pu faire sur la physique du globe, pendant les derniers voyages de la frégate *l'Uranie* entre Toulon et l'île Bourbon. M. Bérard annonce une communication semblable touchant le golfe du Mexique. Nous grouperons les deux séries de résultats dans un seul et même extrait.

Hauteur de Paris au-dessus du niveau moyen de l'Océan.

Les repères de nivellement que la ville de Paris va faire établir dans tous les quartiers, reposent sur des déterminations dont il a paru convenable de conserver les éléments dans le *Compte rendu*. Voici ces éléments tels que M. **Arago** les a communiqués à l'Académie.

Hauteur du sommet de la coupole de la lanterne du Panthéon, au-dessus du zéro de l'échelle hydrométrique du pont de la Tournelle.

D'après MM. Emmery et Mary	117^{m},74
D'après MM. les ingénieurs-géographes	117 ,47
Hauteur moyenne	117 ,60

Hauteur du sommet de la coupole de la lanterne du Panthéon au-dessus du niveau moyen de l'Océan, d'après les opérations géodésiques des ingénieurs-géographes.

En partant de Cancale	143^m,84
de Brest	144 ,76
de Cherbourg	143 ,44

Retranchant de chacun de ces nombres, 117^m,60 pour avoir *la hauteur du zéro du pont de la Tournelle au-dessus du niveau moyen de la mer*, on trouve :

Par Cancale	26^m,24
Par Brest	27 ,16
Par Cherbourg	25 ,84
Par une opération directe de nivellement dirigée par M. Poirée et rapportée au Havre	25 ,76
Moyenne	26^m,25

Tel est définitivement la cote adoptée pour exprimer la hauteur du zéro du pont de la Tournelle au-dessus du niveau moyen de la mer.

M. **Passot** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire un rapport sur son Mémoire concernant la « *détermination de la variable indépendante dans l'analyse des trajectoires courbes.* »

(Cette Lettre est renvoyée à la Commission chargée de faire le Rapport.)

M. **Landrin** écrit que se trouvant, dans la nuit du 13 au 14 novembre, aux houillères de Riba de Sella (Asturies), il a eu occasion d'observer les étoiles filantes pendant une heure (de 3$^h\frac{1}{2}$ à 4$^h\frac{1}{2}$), et dans une espace très-circonscrit du ciel. Dans la première demi-heure il a observé seulement six de ces météores, dont un très-brillant; quatre se dirigeaient du S.E. au N.O.; les deux autres du S.O. au N.E. Dans la seconde demi-heure, neuf étoiles filantes se dirigèrent également du S.E. au N.O.; la dixième avait la direction du S.O. au N.E.

M. **Janniard** présente des conjectures sur la cause d'un fait signalé récemment par M. *Nasmith*, savoir, que les rails des chemins de fer s'oxydent beaucoup plus rapidement quand ils sont parcourus en deux sens par les waggons, que quand ils le sont toujours dans une seule et même direction.

M. **Hervieux** adresse un paquet cacheté.
L'Académie en accepte le dépôt.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATA. (Séance du 28 février 1842.)

Page 328, ligne 20, *au lieu de* concours de 1842, *lisez* de 1841
Page 346, *ajoutez :* A quatre heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 9, in-4°.

Pilote français; 5e partie, comprenant les côtes septentrionales de France depuis Barfleur jusqu'à Dunkerque, levées en 1834-36 par les ingénieurs hydrographes de la marine, sous les ordres de M. BEAUTEMPS-BEAUPRÉ, ingénieur hydrographe en chef; un volume grand in-fol.

Annales maritimes et coloniales; 27e année, février 1842; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; février 1842; in-8°.

La Médecine en mer, ou Guide médical pratique des capitaines au long cours; par M. DUTOUQUET; Paris, 1842; in-8°.

Expériences sur le tirage des Voitures; par M. MORIN; Paris, 1842; in-8°.

Manuel de Philosophie moderne; par M. RENOUVIER; 1842; in-12.

Rapport de M. BRUNET DE LA GRANGE *à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce.* (Extrait des *Annales de la Société séricicole.*) 1841; in-8°.

Traité de la Cataracte, moyens nouveaux de la guérir sans opération chirurgicale; par M. GRIMAUD, d'Angers; Paris, 1842; in-8°.

Revue zoologique; 1842; n° 2; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mars 1842; in-8°.

Journal des Haras, des Chasses, des Courses de chevaux; mars 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; mars 1842; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; février 1842; in-8°.

Atlas des planches contenues dans le Journal des Connaissances médico-chirurgicales; 2e semestre 1841; in-4°.

Bibliothèque universelle de Genève; décembre 1841, in-8°.

De punctis singularibus curvarum algebraicarum simplicis curvaturæ disquisitio; auctore P.-N. EKMAN; Parisiis, 1842; in-8°.

On the corpuscles... *Sur les Globules du sang; par* M. BARRY; 1re, 2e et 3e partie, et un atlas de planches. (Extrait des *Transactions philosophiques.*) 1840, 1841, in-4°.

Supplementary... *Note supplémentaire à un Mémoire intitulé: Recherches d'Embryologie,* 3e série; *par* le même; in-8°.

On the Corda... *Sur la* Corda dorsalisa; *par* le même. (Extrait des *Transactions philosophiques.*) 1841; in-4°.

On the theory... *Sur la théorie et la construction d'un Seismomètre, instrument pour mesurer les secousses des tremblements de terre; par* M. J. FORBES. (Extrait des *Transactions de la Société royale d'Édimbourg.*) 1841; in-4°.

Supplementary... *Rapport supplémentaire sur la Météorologie; par* le même. (Extrait du Rapport de l'*Association britannique pour l'avancement des Sciences,* année 1840.) In-8°.

On a remarkable... *Sur une remarquable structure observée dans la glace des glaciers; par* le même; in-8°. (Extrait du *Journal philosophique d'Édimbourg;* janvier 1842.)

The London... *Journal des Sciences et Magasin philosophique de Londres, Édimbourg et Dublin;* février 1842; in-8°.

The royal... *Liste des Membres de la Société royale de Londres;* 30 novembre 1841; in-4°.

The Athenæum Journal; février 1842; n° 169; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 10.

Gazette des Hôpitaux; n° 26—28.

L'Écho du Monde savant; n°s 709 et 710.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 244.

L'Examinateur médical; n° 10.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — FÉVRIER 1842.

9 heures du matin. Barom. à 0°.	9 heures du matin. Therm. extér.	9 heures du matin. Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Midi. Therm. extér.	Midi. Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	3 heures du soir. Therm. extér.	3 heures du soir. Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	9 heures du soir. Therm. extér.	9 heures du soir. Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Thermomètre. Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
59,95	+ 1,9		760,48	+ 3,9		760,90	+ 4,6		762,73	+ 2,7		+ 4,3	0,0	Couvert	N. O.
64,42	+ 1,6		764,96	+ 2,4		764,70	+ 2,9		766,08	+ 2,0		+ 3,0	+ 1,1	Couvert	N.
68,48	+ 2,9		768,40	+ 6,2		767,92	+ 6,4		768,69	+ 3,0		+ 6,7	+ 0,9	Couvert	O. N. O.
68,05	+ 0,7		767,04	+ 3,5		765,66	+ 4,6		764,70	+ 0,6		+ 5,0	− 0,1	Beau	E.
63,07	− 1,2		762,50	+ 1,5		761,92	+ 3,0		762,04	− 0,7		+ 3,2	− 2,5	Beau	E.
59,70	− 2,4		758,55	+ 0,7		756,94	+ 3,1		755,74	+ 0,4		+ 3,2	− 3,9	Beau	S. E.
54,57	+ 2,3		754,12	+ 6,0		753,75	+ 6,6		754,47	+ 5,0		+ 6,7	0,0	Couvert	S. S. E.
56,06	+ 4,4		756,03	+ 8,6		755,70	+10,3		756,48	+ 4,0		+10,4	+ 3,0	Beau	S.
55,75	+ 2,0		755,10	+ 7,0		754,39	+ 9,0		755,00	+ 6,0		+ 9,0	+ 0,2	Beau	S. S. E.
58,95	+ 5,6		759,55	+ 7,8		759,70	+10,6		761,79	+ 7,8		+10,9	+ 4,3	Couvert	S.
63,92	+ 8,1		763,87	+10,6		763,25	+12,6		763,95	+ 6,5		+12,9	+ 4,2	Nuageux	S.
66,22	+ 6,6		765,82	+10,5		765,02	+12,2		765,68	+ 7,0		+12,5	+ 3,1	Beau	S.
66,80	+ 6,2		765,80	+ 9,2		765,10	+ 9,5		765,00	+ 8,7		+ 9,7	+ 5,5	Couvert	S. S. E.
70,54	+ 5,7		770,92	+ 9,3		769,78	+ 9,7		772,00	+ 4,2		+10,0	+ 4,1	Très-nuageux	O. N. O.
71,95	+ 2,2		771,63	+ 7,1		770,71	+ 8,6		770,75	+ 3,1		+ 8,8	− 0,8	Beau	N. O.
70,97	+ 3,9		771,05	+ 6,7		769,66	+ 7,9		769,87	+ 3,4		+ 8,0	+ 1,0	Couvert	N. N. E.
7,73	− 0,6		766,97	+ 0,2		765,67	+ 1,2		765,21	− 0,6		+ 1,2	− 1,1	Couvert	S. E.
6,87	− 0,4		767,45	+ 4,1		766,77	+ 7,3		767,66	+ 1,2		+ 7,5	− 4,0	Nuageux	E. S. E.
8,04	− 1,9		767,31	− 1,4		765,64	− 0,7		763,81	− 1,0		− 0,8	− 3,1	Couvert	N. E.
0,02	− 2,0		758,95	− 0,4		758,16	+ 2,0		756,89	+ 1,8		+ 3,1	− 2,8	Couvert	S. E.
6,83	+ 2,9		756,33	+ 8,5		756,00	+10,0		755,42	+ 5,1		+11,0	+ 1,0	Très-nuageux	S. S. E.
4,40	+ 4,3		753,51	+ 9,7		752,03	+11,6		750,50	+ 7,9		+11,6	+ 1,1	Quelques nuages	S.
6,76	+ 7,8		744,39	+10,7		741,82	+11,2		739,94	+ 8,4		+11,2	+ 5,7	Nuageux	S. E.
8,19	+ 6,5		737,16	+ 8,6		736,98	+ 9,1		738,20	+ 6,4		+ 9,0	+ 4,9	Pluie fine	O. S. O.
4,91	+ 5,1		744,89	+ 8,4		744,23	+ 9,2		743,12	+ 5,1		+ 9,3	+ 1,7	Quelques éclaircies	S. O. fort.
5,75	+ 5,2		747,03	+ 9,2		748,01	+ 8,1		748,65	+ 5,1		+ 9,2	+ 3,8	Couvert	O. S. O.
3,30	+ 5,0		751,22	+ 7,6		748,58	+ 9,9		748,18	+ 8,5		+10,4	+ 1,0	Nuageux	S. violent.
2,96	+10,0		753,90	+12,1		753,23	+11,5		751,00	+ 9,8		+12,1	+ 7,1	Couvert	S. O.
0,90	+ 1,8		760,67	+ 4,8		760,16	+ 6,1		760,77	+ 3,1		+ 6,2	+ 0,3	Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.,
7,31	+ 2,6		766,98	+ 5,6		765,98	+ 7,0		766,08	+ 3,4		+ 7,3	+ 0,6	Moy. du 11 au 20	Cour. 3,371
9,14	+ 5,8		748,55	+ 9,3		747,61	+10,1		746,88	+ 7,0		+10,5	+ 3,3	Moy. du 21 au 28	Terr.. 2,929
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Communication sur la composition de l'air; par* M. DUMAS.

« L'Académie accueillera avec intérêt les premiers résultats de la grande investigation à laquelle, sur sa demande, quelques chimistes pleins de zèle veulent bien se livrer, relativement à l'analyse de l'air atmosphérique.

» Diverses stations ayant été choisies, on est convenu de certaines dates et de certaines conditions météorologiques pour exécuter les expériences. Nous en publierons les chiffres à mesure qu'ils parviendront à notre connaissance.

» *Station de Genève.*—M. de Marignac, ancien élève de l'École Polytechnique, actuellement professeur de chimie à Genève, après avoir pris une connaissance exacte des moyens employés à Paris, a exécuté à Genève des analyses tout à fait comparables à celles de Paris, car il a mis en usage des appareils de la même nature que les nôtres, et pour toutes les observations de température pendant les pesées, il a employé des thermomètres de M. Danger, indiquant le centième de degré.

» Il a trouvé, par l'emploi des procédés mis en usage à Paris, les nombres suivants :

	Pour 10000 d'air en poids.
Le 11 janvier 1842...	2301 oxygène en poids.
Le 18 —	2300
Le 3 février	2297
Moyenne.........	2298

» La moyenne de Genève est donc exactement la même que la moyenne de Paris.

» *Station de Copenhague.* — D'un autre côté, M. Lévy, jeune chimiste danois, qui, après avoir passé quelque temps à Paris dans mon laboratoire, est retourné à Copenhague pour y faire des analyses de l'air correspondantes aux nôtres, nous a transmis des résultats fort remarquables dans quelques lettres dont nous allons présenter un extrait.

» Par les soins d'un illustre physicien, M. Œrstedt, qui a bien voulu prendre beaucoup de peine pour assurer le succès des opérations de M. Lévy, ce dernier a trouvé, en arrivant à Copenhague, des balances très-sensibles, des poids, les instruments météorologiques nécessaires, la machine pneumatique et le laboratoire de l'École polytechnique tout disposé pour les expériences. M. Lévy avait emporté de Paris le ballon jaugé et les thermomètres très-sensibles dont il avait besoin.

» M. Lévy s'était muni à Paris de ballons vides analogues à ceux que nous avions envoyés au Faulhorn. Il devait les remplir en route, en pleine mer, le plus loin possible des côtes, et en recueillant l'air le plus près possible du niveau de la mer.

» Pendant quelque temps nous avons pu craindre que la mission de M. Lévy, malgré tous ces soins, ne demeurât tout à fait infructueuse. Ses premiers essais l'avaient découragé, lorsqu'il eut la pensée de soumettre tous ces appareils à une vérification très-rigoureuse. Or il se trouva que deux séries de poids, mis à sa disposition, comprenant le kilogramme et ses divisions, quoique présentant toutes garanties d'après leur origine, offraient des discordances qui pouvaient aller à plusieurs centigrammes. Des tables de correction ayant été faites avec beaucoup de soin, dès lors les poids purent être employés, et les expériences devinrent régulières.

» M. Lévy nous fit parvenir bientôt les premiers nombres résultant de ses expériences, et il nous annonça qu'il existait une différence essentielle entre l'air pris à terre et l'air pris en mer.

»Les recherches de M. Lévy ayant pris par là un haut degré d'intérêt, il eut besoin de quelques facilités nouvelles, et il lui suffit, pour les obtenir, de faire valoir auprès de S. M. le Roi de Danemarck, la lettre par laquelle l'Académie le chargeait des recherches qu'il venait accomplir dans l'intérêt de la science. Ce prince éclairé, qui cultive lui-même les sciences avec un grand intérêt, voulut assister à quelques analyses, et donna immédiatement à M. Lévy les preuves de son désir d'être agréable à l'Académie des Sciences de Paris, en aidant aux recherches dont elle s'occupe.

»M. Lévy a pu exécuter plusieurs séries d'analyses dont il nous a transmis tous les détails, et qui seront publiées dans un Mémoire complet qu'il se propose de rédiger à son retour à Paris. Nous nous contenterons ici d'en donner les résultats.

I. *Analyses de l'air pris à Copenhague, dans la cour de l'Ecole polytechnique.*

			Sur 10000 d'air en poids.
4h du soir,	17 nov.,	neige	2300 oxygène.
Midi,	30 nov.,	ciel couvert	2302
10h 30m du matin,	12 déc.,	ciel découvert, très-beau temps	2296
Midi 30m,	15 déc.,	*id.*	2299
11h 30m,	22 déc.,	neige	2301.

II. *Analyses de l'air pris en mer.*

			Sur 10000 d'air en poids.
8h 30m du matin,	4 août,	par 57°,46 latitude Nord et 8°,22 longitude Est de Paris	2257 oxygène.
10h 45m du matin,	3 août,	par 55°,30 latitude Nord et 5°,30 longitude Est de Paris	2258
1h après midi,	2 août,	par 52°,36 latitude Nord et 0°,58 longitude Est de Paris	2259
1h 15m après min.,	3 août,	par 54°,15 latitude Nord et 2°,7 longitude Est de Paris	2256

III. *Analyses de l'air pris sur la côte par le vent de mer, à 35 pieds au-dessus du niveau de la mer, au château de Kronborg, à 12 lieues de Copenhague.*

			Sur 10000 d'air en poids.
9h 30m du matin,	18 février,	ciel nuageux, vent N. O.	2302 oxygène.
	id.	*id.*	2301
	id.	*id.*	2302.

» Ainsi, l'air pris à Copenhague est le même qu'à Paris; l'air de la mer est moins oxygéné, et la différence est tellement considérable et tellement constante, qu'il n'y a pas lieu de supposer la moindre erreur. Enfin, cette différence de composition paraît bornée à une tranche d'air voisine de la surface de la mer, puisque en prenant l'air à la côte, par un vent de mer, à 35 pieds du niveau de la mer, on obtient la même composition qu'à terre.

» C'est ce que démontrent les moyennes des trois séries d'expériences qui précèdent :

Moyenne de l'air à Copenhague.......	2299,8
Moyenne de l'air pris en mer.........	2257,5
Moyenne de l'air de la côte...........	2301,6

» Il faut espérer que ces premiers résultats seront bientôt contrôlés par l'analyse de l'air recueilli dans quelque voyage de long cours, à de grandes distances de tout continent. »

M. **Dutrochet**, en offrant un exemplaire de son ouvrage intitulé : *Recherches physiques sur la force épipolique*, s'exprime ainsi :

« Les phénomènes physiques dont cet ouvrage offre l'étude ne sont point nouveaux dans la science, quoique je désigne sous un nom nouveau la force à laquelle je les attribue. Les effets de cette force ont été souvent observés, mais on les a rapportés à des causes diverses et hypothétiques. Mon travail a consisté à réunir par un lien commun des faits nombreux dont on n'apercevait point l'analogie, et à faire voir que des phénomènes divers de mouvement attribués à des causes différentes, dépendaient de l'action d'une même force. Cette force se développe au contact de tout liquide mis en contact avec la surface d'un autre liquide, ou avec la surface d'un corps solide poli; ainsi elle est une propriété particulière des surfaces polies. C'est d'après cette considération que je lui ai imposé le nom de force *épipolique*, dérivé du mot grec ἐπιπολή, *surface*.

» Les liquides hydrogénés combustibles sont ceux qui sont les plus propres aux expériences destinées à mettre en évidence l'existence et le mode d'action de la force épipolique. Je choisis ici l'alcool pour offrir le *specimen* de quelques-unes de ces expériences.

» Une goutte d'alcool étant déposée sur une lame de verre ou sur la surface d'un métal poli, elle s'y étend par un mouvement centrifuge, et elle se porte presque en entier vers la circonférence de l'aire circulaire qu'elle

envahit; elle forme là un rebord épais. On dirait qu'elle est propulsée circulairement par une force venant du centre. Ce phénomène n'a point lieu sur un verre dépoli. On l'observe en déposant la goutte d'alcool sur la surface du mercure, sur la surface d'une huile fixe ou essentielle, ou bien encore sur la surface d'une couche d'eau étendue sur un solide poli; enfin le même phénomène s'observe, quoique d'une manière moins facile, en déposant la goutte d'alcool sur la surface de l'eau. Dans toutes ces circonstances, il existe un courant centrifuge qui entraîne la goutte d'alcool sur la surface du solide poli ou sur la surface éminemment polie du liquide sur lequel elle est déposée. Je regarde ce courant comme produit par le développement de la force motrice particulière que je désigne sous le nom de *force épipolique*.

» Si l'on enduit d'une couche mince d'alcool une lame de verre ou la surface d'un métal poli, et qu'on dépose une goutte d'eau sur cette couche d'alcool, on voit cette goutte d'eau augmenter de volume, en conservant, pendant un certain temps, sa convexité; elle est alors le centre des courants centripètes par lesquels l'alcool environnant la presse de toutes parts, en pénétrant dans sa masse.

» Ainsi, lors du contact de l'alcool et de l'eau, il s'établit un *courant épipolique* qui porte l'alcool vers l'eau, en sorte que ce courant est centrifuge lorsque l'alcool est déposé au centre de la surface d'une couche d'eau, et que ce même courant est centripète lorsque c'est l'eau qui est déposée au centre de la surface d'une couche d'alcool.

» Les courants épipoliques dont l'alcool vient d'offrir ici plusieurs exemples, s'observent également, mais d'une manière souvent moins marquée, en employant d'autres liquides aux expériences du même genre; on les observe au contact de tous les liquides hétérogènes, lorsqu'ils sont placés sur la surface de solides polis. Ce sont ces phénomènes qui ont été trop brièvement indiqués par Bénédict Prévost, il y a plus de quarante ans, et qui n'ont point été étudiés depuis par les physiciens. Un liquide déterminé étant étendu en couche mince sur une lame de verre, un autre liquide déterminé, déposé sous forme de goutte sur cette couche, y produit un écartement circulaire. Voilà le phénomène que Bénédict Prévost a indiqué en disant que le second de ces liquides *repousse* le premier, expression impropre, car il n'y a point là de *répulsion* dans le sens que l'on attache en physique à ce mot, il n'existe véritablement dans ces expériences qu'un *courant propulseur* des liquides, courant centrifuge ou centripète, suivant la position respective des deux liquides mis en contact. J'ai répété, en leur donnant une

plus grande extension, les expériences de Bénédict Prévost. Les tableaux suivants offrent les résultats de ces expériences toutes faites en disposant l'un des liquides indiqués dans la première colonne en couche mince sur une lame de verre, et en déposant sur cette couche une goutte du liquide qui lui correspond dans la seconde colonne. Dans toutes ces expériences, le liquide déposé sous forme de goutte produit un courant centrifuge, en vertu duquel le liquide disposé en couche mince sur la lame de verre, est propulsé circulairement et semble ainsi être *repoussé*.

Production du courant épipolique centrifuge par l'emploi des liquides alcalins et acides, et de l'eau.

LIQUIDE disposé en couche mince sur une lame de verre.	LIQUIDE déposé sous forme de goutte sur le liquide précédent.
Eau................................	Ammoniaque liquide.
Eau................................	Solution de potasse caustique.
Eau................................	Solution de soude caustique.
Eau................................	Acide nitrique.
Eau................................	Acide chlorhydrique.
Eau................................	Acide sulfurique.
Eau................................	Acide acétique pur.
Eau................................	Acide sulfhydrique liquide.
Eau................................	Acide oxalique en solution.
Eau................................	Acide tartique (action très-faible).
Acide phosphorique, densité 1,25......	Eau.
Acide sulfurique concentré............	Ammoniaque liquide.
Acide nitrique concentré..............	Ammoniaque liquide.
Acide chlorhydrique concentré.........	Ammoniaque liquide.
Acide phosphorique, densité 1,25......	Ammoniaque liquide.
Solution d'une partie de potasse caustique dans 10 parties d'eau..............	Acide nitrique concentré.
Même solution......................	Acide sulfurique concentré.
Même solution......................	Acide chlorhydrique.
Même solution......................	Acide acétique concentré.
Ammoniaque liquide..................	Acide acétique concentré.
Solution d'une partie de potasse caustique dans 50 parties d'eau..............	Solution d'une partie de potasse caustique dans 10 parties d'eau.

» On voit, par les faits exposés dans ce tableau, que les liquides alcalins et les liquides acides déposés sous forme de goutte sur une couche mince

d'eau placée sur une lame de verre y produisent également un courant épipolique centrifuge. Il n'y a d'exception à cet égard que pour l'acide phosphorique, lequel donne lieu à la production d'un phénomène inverse.

» Une remarque importante ne manquera pas d'être faite par chacun à la vue de ces résultats; cette remarque est que les états électriques particuliers, pris par chacun des deux liquides au moment de leur association ou de leur combinaison, sont complétement étrangers à la production de la force épipolique qui se développe dans cette circonstance. On sait que lors de la combinaison d'un acide avec un alcali le premier prend l'électricité positive et le second l'électricité négative; que l'eau pure dans son association aux alcalis, joue à cet égard le même rôle qu'un acide, et que, dans son association aux acides, elle joue le même rôle qu'un alcali. Or nous voyons dans les expériences exposées ci-dessus, que tous les alcalis et presque tous les acides se comportent de la même manière, ou produisent le même mode de mouvement lors de leur association avec l'eau, ce qui se trouve en contradiction avec l'état inverse de leurs électricités respectives; nous voyons que presque tous les acides, lors de leur association avec l'ammoniaque liquide, se comportent d'une manière inverse de celle qu'ils présentent lors de leur association avec les solutions aqueuses d'alcalis fixes, quoique dans ces combinaisons les électricités respectives des acides et des alcalis soient les mêmes. Il est donc bien certain que la force épipolique, à laquelle sont dus ces phénomènes de mouvement, n'est pas l'électricité, telle du moins que nous la connaissons.

Production du courant épipolique centrifuge par l'emploi des solutions salines et de l'eau.

LIQUIDE disposé en couche mince sur une lame de verre.	LIQUIDE déposé sous forme de goutte sur le liquide précédent.
Chlorure de sodium	Eau.
Chlorhydrate d'ammoniaque	Eau.
Sulfate de soude	Eau.
Sulfate de potasse	Eau.
Sulfate de cuivre	Eau.
Sulfate de fer	Eau.
Sulfate de zinc	Eau.
Sulfate acide d'alumine et de potasse	Eau.
Nitrate de potasse	Eau.
Sulfate de potasse	Sulfate de soude.
Sulfate de soude	Sulfate de cuivre.
Nitrate de potasse	Sulfate de cuivre.
Nitrate de potasse	Sulfate de soude.
Chlorure de sodium	Nitrate de potasse.
Chlorhydrate d'ammoniaque	Sulfate de cuivre.
Sulfate de cuivre, $\frac{1}{6}$ du poids de la solution.	Sulfate de cuivre, $\frac{1}{24}$ du poids de la solution.

» On voit par les observations dont ce tableau offre l'exposé que l'eau déposée sous forme de goutte sur une couche mince d'une solution saline quelconque étendue sur une lame de verre y produit un courant épipolique centrifuge, effet inverse de celui qui est produit dans la même circonstance, en employant les liquides acides ou alcalins en remplacement des solutions salines. Ainsi, sous ce point de vue, les acides et les alcalis, ou les deux éléments solubles dans l'eau de la composition des sels, offrent une action semblable, tandis que les sels offrent une action inverse de celle qui est produite par leurs éléments composants. Il n'y a d'exception à cet égard que pour l'acide phosphorique qui, dans ces expériences, se comporte comme une solution saline.

Production du courant épipolique centrifuge par l'emploi des liquides combustibles, des solutions de diverses substances organiques et de l'eau.

LIQUIDE disposé en couche mince sur une lame de verre.	LIQUIDE déposé sous forme de goutte sur le liquide précédent.
Eau	Alcool.
Eau	Méthylène.
Eau	Éther.
Eau	Huile volatile ou essentielle.
Eau	Huile fixe.
Eau	Eau camphrée.
Eau	Eau phosphorée.
Eau	Eau de savon.
Eau	Eau albumineuse.
Eau	Eau gélatineuse.
Eau	Eau gommée.
Eau	Solution de dextrine.
Eau sucrée	Eau.
Eau sucrée	Eau albumineuse.
Eau sucrée	Eau gélatineuse.
Eau sucrée	Eau gommée.
Eau sucrée, densité 1,13	Eau sucrée, densité 1,04.
Acide sulfurique concentré	Eau camphrée.
Acide nitrique concentré	Eau camphrée.
Ammoniaque liquide	Eau camphrée.
Huile fixe	Alcool.
Huile essentielle de térébenthine	Alcool.
Éther sulfurique	Alcool.

» On remarquera dans ce tableau que la production du courant épipolique centrifuge a constamment lieu lorsque la surface du verre étant enduite d'une couche d'eau, on dépose sur cette couche une goutte d'un liquide hydrogéné combustible quelconque, ou une goutte d'eau qui tient en dissolution, soit un principe combustible, soit une substance organique. Je n'ai trouvé d'exception à cet égard que relativement à l'eau sucrée qui, à l'inverse de toutes les autres solutions aqueuses de substances organiques, produit le courant épipolique centrifuge lorsqu'elle est étendue en couche mince sur une lame de verre et qu'on dépose sur elle une goutte d'eau.

L'eau sucrée se comporte ainsi dans ce genre d'expériences comme le ferait une solution saline.

» On remarquera encore comme un fait singulier que la faible proportion de camphre que peut dissoudre l'eau suffit pour intervertir complétement le rôle qu'elle joue dans ce genre d'expériences lorsqu'on l'associe aux acides sulfurique et nitrique concentrés et à l'ammoniaque liquide. Le courant épipolique, en effet, est dirigé des substances ci-dessus vers l'eau pure, tandis que ce courant est dirigé de l'eau camphrée vers ces mêmes substances.

» Ces expériences conduisent directement à l'étude des mouvements du camphre sur l'eau; un fragment de cette substance déposé sur l'eau s'environne à l'instant d'eau camphrée qui produit à la surface de ce liquide un vif courant épipolique centrifuge. Le fragment de camphre placé à l'origine de ce courant se meut par un effet de réaction.

» Les mouvements du camphre à la surface du mercure dépendent également de la force épipolique. Une goutte d'huile essentielle déposée sur la surface du mercure y est rapidement étendue par un courant centrifuge. La vapeur seule de cette huile, en se condensant sur la surface du mercure, y produit le même courant. Or, le camphre n'étant qu'une huile essentielle solidifiée, sa vapeur, en se condensant sur le mercure, y produit de même un courant épipolique centrifuge, lequel meut, par réaction, le camphre placé sur la surface de ce métal.

» Toutes les substances qui, à l'état de solution et déposées, sous forme de goutte sur une couche d'eau qui enduit une lame de verre, y produisent un courant épipolique centrifuge, se meuvent sur l'eau lorsqu'elles y sont placées flottantes à l'aide de procédés particuliers. Ainsi les alcalis et les acides tenus flottants sur l'eau, à l'aide de fragments de liége, offrent des mouvements spontanés sur ce liquide. Ce phénomène n'est point offert par les sels neutres, et cela parce que ces sels, en se dissolvant à la surface de l'eau, y produisent un courant épipolique centripète qui ne peut les mouvoir par réaction.

» Les mouvements du potassium et du sodium, et de leurs alliages à la surface de l'eau ou à la surface du mercure recouvert d'eau, ont été attribués à l'émission rapide du gaz hydrogène résultant de la décomposition de l'eau. Je prouve dans mon ouvrage que ces mouvements dépendent du courant épipolique centrifuge produit par la dissolution continuelle de la potasse ou de la soude caustiques autour du potassium ou du sodium qui s'oxydent. C'est à la même cause qu'est dû le mouvement rapide d'un

cristal de chlorure de sodium à la surface du mercure recouvert d'eau. Ce chlorure se décompose, le chlore s'unit au mercure, et la soude caustique se dissout dans l'eau autour du cristal, ce qui donne naissance au courant épipolique centrifuge, lequel meut le cristal par réaction.

» J'ai rattaché aux phénomènes généraux, produits par la force épipolique, les mouvements si remarquables qui sont produits par l'électricité voltaïque dans les liquides aqueux qui recouvrent le mercure. J'ai fait voir que l'électricité agit ici en localisant, sur le mercure, la production des agents chimiques qui résultent de la décomposition de substances dissoutes dans le liquide qui recouvre le mercure; en sorte que ce sont ces agents chimiques qui, déposés continuellement sur une place déterminée de la surface du mercure, y produisent les courants épipoliques auxquels sont dus ces mouvements. Je ne puis exposer ici les preuves de cette assertion. Je renvoie, à cet égard, à mon ouvrage.

» Enfin, faisant l'application à la physiologie des principes fournis par l'observation relativement aux causes productrices de la force épipolique, je fais voir que cette force motrice des liquides existe chez tous les êtres vivants végétaux et animaux, et que c'est à cette force qu'est dû le mouvement circulatoire chez les chara.

» Je termine mon ouvrage en faisant voir que l'endosmose est due à l'action des courants épipoliques produits par le contact des deux liquides hétérogènes dans les canaux capillaires de la cloison qui sépare ces deux liquides.

» Cet ouvrage est destiné à compléter et à rectifier en quelques points le travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie au commencement de l'année dernière. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur deux Mémoires de* M. **Blanchet**, *relatifs à la propagation du mouvement dans les milieux élastiques cristallisés, et en particulier à la délimitation des ondes.*

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville, Duhamel, Augustin Cauchy rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Sturm, Liouville, Duhamel et moi, de lui rendre compte de deux Mémoires de M. Blanchet, relatifs à la propagation du mouvement dans les milieux élastiques cristallisés, et en par-

ticulier à la délimitation des ondes dans les mouvements vibratoires. Les équations aux dérivées partielles que l'auteur a considérées dans ces deux Mémoires, sont semblables pour la forme à celles que fournissent les principes établis par l'un de nous dans le tome IIIe des *Exercices de Mathématiques*, page 188, c'est-à-dire à celles qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules agissant les unes sur les autres à de très-petites distances, et très-peu écartées de leurs positions d'équilibre, dans le cas où l'on rend ces mêmes équations homogènes, en conservant seulement les dérivées du second ordre des trois inconnues différentiées par rapport aux variables indépendantes. C'est en appliquant à la discussion des intégrales générales de ces équations un des premiers théorèmes du calcul des résidus, que l'auteur est parvenu à résoudre la question importante qu'il s'était proposée. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» L'intégration d'un système d'équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants se ramène facilement à l'intégration d'une seule équation linéaire qu'on peut nommer l'équation *caractéristique*. Supposons que ces équations se rapportent à un problème de physique ou de mécanique, et que l'espace auquel elles s'étendent reste indéfini. Alors, pour rendre plus facile l'étude des phénomènes qu'elles représentent, il convient d'obtenir les intégrales de ces mêmes équations, et par suite aussi l'intégrale de l'équation caractéristique, sous une forme telle que les fonctions arbitraires expriment les valeurs initiales des inconnues et de leurs dérivées prises par rapport au temps. La solution de ce dernier problème, soit pour les équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules, isotrope ou non isotrope, soit même pour une équation caractéristique quelconque, a été mentionnée ou développée dans divers Mémoires dont, pour abréger, nous nous dispenserons de donner ici l'analyse. Le cas où l'équation caractéristique devient homogène est l'objet spécial d'un Mémoire que renferme le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac, pour le mois d'avril 1830. On y démontre que les valeurs des inconnues généralement représentées par des intégrales définies sextuples peuvent être réduites, dans le cas énoncé, à des intégrales quadruples; puis, l'auteur conclut de son analyse que les phénomènes sonores, lumineux, etc..., représentés par des équations caractéristiques homogènes, donnent naissance à des ondes qui ne laissent pas de traces de leur passage, et dont les surfaces se trouvent représentées par des équations qu'il apprend à former.

» Au reste, le Mémoire que nous venons de rappeler déterminait seulement la limite intérieure des ondes représentées par des équations caractéristiques homogènes. Il restait à déterminer leur limite extérieure. A la vérité, cette limite pouvait se conclure des formules déjà connues, lorsqu'il s'agissait d'un système isotrope ; elle pouvait même se conclure, à l'égard des ondes lumineuses propagées dans les cristaux à deux axes, des formules obtenues par l'auteur des *Exercices* dans les Mémoires du 12 janvier 1829 et du 7 mars 1830. Mais il importait de faire ressortir dans tous les cas cette délimitation des formules générales propres à représenter les vibrations d'un milieu élastique. Déjà, dans un précédent Mémoire, approuvé par l'Académie, sur le rapport de MM. Poisson et Sturm, M. Blanchet était parvenu à simplifier les formules dont il s'agit, et avait appliqué les intégrales quadruples présentées sous une forme nouvelle à la recherche des lois de la propagation des ondes curvilignes, après avoir substitué à l'une des variables, dans ces intégrales, l'inconnue de l'équation du troisième degré qui détermine la vitesse de propagation des ondes. En combinant les formules contenues dans le Mémoire que nous venons de rappeler avec les principes du calcul des résidus, et en transformant une somme d'intégrales en une autre somme de même espèce, par une analyse qui a quelque rapport avec celle dont l'un de nous fait usage dans un Mémoire que renferme le *Compte rendu* de la séance du 14 juin dernier, M. Blanchet est parvenu à démontrer que, dans un système moléculaire, dont les mouvements infiniment petits sont représentés par des équations homogènes, la limite extérieure de la portion vibrante est déterminée par la plus grande nappe de la surface des ondes, de même que la limite intérieure est déterminée par la plus petite.

» Toutefois, pour arriver à ces conclusions, dans le premier des deux Mémoires dont nous rendons compte à l'Académie, M. Blanchet avait supposé que les diverses nappes de la surface des ondes ne se rencontrent pas. Dans le second Mémoire, l'auteur a examiné le cas où ces nappes se rencontrent ; et, en ayant recours à la considération d'intégrales du genre de celles que l'un de nous a nommées intégrales singulières, il est parvenu à fixer encore, dans ce dernier cas, la limite extérieure des ondes propagées.

» En terminant le second Mémoire, M. Blanchet indique la possibilité d'appliquer les principes qu'il vient d'exposer aux intégrales données par l'un de nous pour les systèmes d'équations aux dérivées partielles d'un ordre quelconque.

» A notre avis, le résultat obtenu par M. Blanchet est l'un des beaux théorèmes que présente l'analyse appliquée aux questions de physique mathématique. Nous croyons, en conséquence, que les deux Mémoires de M. Blanchet sont très-dignes d'être approuvés par l'Académie, et insérés dans le Recueil des *Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Notes ajoutées au Rapport qui précède; par M. **Aug. Cauchy**, *rapporteur.*

NOTE PREMIÈRE.

Sur l'intégration des systèmes d'équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants.

L'intégration d'un système d'équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants, peut être ramenée à l'intégration d'une seule équation linéaire que nous désignerons sous le nom d'équation *caractéristique*. On trouve cette remarque spécialement appliquée aux équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules, dans un Mémoire sur la théorie de la lumière, présenté à l'Académie des Sciences, par l'auteur des *Exercices de Mathématiques*, le 31 mai 1830, et publié par extrait vers cette époque, dans le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac, puis dans les *Mémoires de l'Institut.* D'ailleurs ce problème, dans lequel on se propose d'intégrer une seule équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants, a été résolu; et les intégrales particulières et générales de semblables équations, exprimées, soit à l'aide de sinus ou de cosinus, soit même par des sommes d'exponentielles réelles ou imaginaires, ont été données depuis longtemps par divers géomètres. On doit surtout remarquer le beau Mémoire d'Euler, lu à l'Académie de Saint-Pétersbourg, le 28 octobre 1779 (*), Mémoire qui a pour titre : *Integratio æquationum differentialium linearium cujuscumque gradus et quotcumque variabiles involventium;* et dans lequel Euler représente par une somme d'exponentielles l'intégrale générale d'une équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants d'un ordre quelconque. Ajoutons que les sommes d'exponentielles, quand on les compose d'un nombre infini de termes tellement choisis que deux termes consécutifs diffèrent infiniment peu l'un de l'autre, se transforment en intégrales définies du genre de celles qui ont été indiquées par divers auteurs, et que ces intégrales définies représentent encore les intégrales générales des équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants.

Toutefois, présentées sous les formes que nous venons de rappeler, les intégrales générales des équations linéaires ne suffisaient pas encore généralement à la solution des problèmes de physique mathématique. Il manquait à cette solution la détermination des constantes que renferment en nombre infini les sommes d'exponentielles, ou, ce qui revient au même, la détermination des fonctions arbitraires renfermées sous le signe $\int$

(*) Ce Mémoire a été imprimé dans le tome IV des *Acta nova de l'Académie de Saint-Pétersbourg.*

dans les intégrales définies, et introduites par l'intégration. Pour effectuer cette détermination, il était d'abord nécessaire de trouver une formule qui pût servir à transformer une fonction donnée en une somme d'exponentielles composée d'un nombre fini ou infini de termes. La première formule de ce genre a été donnée par Lagrange dans le tome III des anciens Mémoires de Turin, publié en 1776. Cette formule convertit une fonction d'une seule variable en une somme d'exponentielles imaginaires, seulement pour toutes les valeurs numériques de cette variable inférieures à une limite représentée par le nombre 1. Mais il suffit de changer l'unité à l'aide de laquelle on suppose les variables exprimées, pour que la limite 1 se trouve remplacée par une limite quelconque, qui peut croître indéfiniment et devenir infinie. A l'aide de cette seule observation, on peut, de la formule de Lagrange et d'une formule analogue donnée par Euler, tirer celles que M. Fourier a obtenues dans son premier Mémoire sur la théorie de la chaleur. D'autres formules du même genre, mais qui, pour la plupart, peuvent aisément se déduire de celles de M. Fourier, ont été successivement établies par les géomètres, et appliquées à diverses questions de physique mathématique. On peut voir en particulier à ce sujet, les Mémoires de MM. Poisson et Cauchy sur la théorie des ondes, un Mémoire de M. Fourier sur les vibrations de plaques élastiques, le XIX[e] cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, divers articles insérés dans le II[e] volume des *Exercices de Mathématiques*, etc.

Dans les problèmes de physique et de mécanique, et dans le cas où l'espace auquel s'étendent les équations du mouvement reste indéfini, la question à résoudre était généralement la suivante.

Etant donnée entre une inconnue et plusieurs variables indépendantes, qui ordinairement représentent trois coordonnées et le temps, une équation aux dérivées partielles et à coefficients constants, avec un dernier terme fonction des variables indépendantes, intégrer cette équation de manière que les valeurs initiales de l'inconnue et de ses dérivées prises par rapport au temps, se réduisent à des fonctions connues des coordonnées.

Tel est le problème que l'auteur des *Exercices* s'est proposé et a résolu dans ses Mémoires du 8 octobre 1821 et du 16 septembre 1822. (Voir le *Bulletin de la Société philomathique* et le XIX[e] cahier du *Journal de l'École Polytechnique*.) Il a prouvé, dans ces Mémoires, qu'à l'aide des formules de transformation ci-dessus rappelées, et relatives aux fonctions de plusieurs variables, ou plutôt à l'aide d'une formule du même genre qui renferme sous le signe $\int$ une seule exponentielle trigonométrique, on pouvait ramener la solution du problème général au cas où le temps est la seule variable indépendante, c'est-à-dire au cas où l'équation aux dérivées partielles se trouve remplacée par une simple équation différentielle. La détermination des fonctions arbitraires s'est ainsi trouvée réduite à une détermination de constantes arbitraires qui exigeait quelques artifices de calcul dans le cas où l'équation auxiliaire offrait des racines égales, mais que l'auteur a fini par rendre très-facile dans tous les cas et même par supprimer entièrement, à l'aide du calcul des résidus. C'est ainsi qu'en perfectionnant de plus en plus la méthode exposée dans les Mémoires de 1821 et de 1822, l'auteur des *Exercices* est parvenu à une formule très-simple et facile à retenir, qui sert à exprimer par une intégrale définie multiple la valeur de l'inconnue propre à vérifier une équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants, dans le cas même où cette équation contient un dernier terme fonction des variables indépendantes (Voir le *Mémoire sur l'applica-*

tion du calcul des résidus aux questions de physique mathématique, publié en 1827.) La méthode dont il s'agit, appliquée aux équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules, fournit les intégrales mentionnées ou développées par l'auteur des *Exercices* dans divers Mémoires présentés à l'Académie en 1829 et 1830 (*), et *ces intégrales*, comme il est dit dans le Mémoire du 12 janvier 1829 (tome IX des *Mémoires de l'Académie*), *fournissent le moyen d'assigner les lois suivant lesquelles un ébranlement, primitivement produit en un point donné d'un système de molécules, se propage dans tout le système.* On voit par le texte même du Mémoire de janvier 1829 (*ibid.*), que dès cette époque l'auteur avait déjà traité non-seulement *le cas où l'élasticité du système reste la même en tous sens autour d'un point quelconque,* et où le système est en conséquence isotrope, mais aussi *le cas où l'élasticité du système reste la même en tous sens autour de tout axe parallèle à une droite donnée.* Il avait même reconnu que, dans ce dernier cas, *les coefficients* renfermés dans les équations aux dérivées partielles, et *dépendants de la nature du système, peuvent avoir entre eux des relations telles que la propagation d'un ébranlement, primitivement produit en un point du système, donne naissance à trois ondes sphériques ou ellipsoïdales;* puis, *en faisant abstraction de celle des trois ondes qui disparaît avec la dilatation du volume quand l'élasticité du système reste la même en tous sens*, il avait vu *les surfaces des deux ondes restantes se réduire au système d'une surface sphérique et d'un ellipsoïde de révolution, l'ellipsoïde ayant pour axe de révolution le diamètre de la sphère;* et, après avoir constaté *l'accord remarquable de ce résultat avec le théorème d'Huyghens sur la double réfraction de la lumière dans les cristaux à un seul axe*, il avait conclu que *les équations du mouvement de la lumière sont comprises dans celles qui expriment le mouvement d'un système de molécules très-peu écarté d'une position d'équilibre.*

Au reste, comme on peut le voir dans les 7e et 8e livraisons des *Exercices d'analyse et de physique mathématique*, les intégrales que fournit la méthode exposée dans le XIXe cahier du *Journal de l'École Polytechnique* et dans le Mémoire *sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique,* coïncident, dans le cas particulier où le système est isotrope, avec les intégrales que renferme un Mémoire de M. Ostrogradsky, lu à l'Académie de Saint-Pétersbourg le 10 juin 1829, cité par M. Poisson en octobre 1830 et publié en 1831 dans le tome 1er des Mémoires de cette

---

(*) Ces Mémoires sont :

1°. Un Mémoire sur le mouvement d'un système de molécules qui s'attirent ou se repoussent à de très-petites distances, et sur la théorie de la lumière, présenté à l'Académie le 12 janvier 1829, et inséré par extrait dans le tome IX des *Mémoires de l'Académie;*

2°. Un Mémoire sur l'intégration d'une certaine classe d'équations aux différences partielles, et sur les phénomènes dont cette intégration fait connaître les lois dans les questions de physique mathématique, présenté à l'Académie le 12 avril 1830, et parafé par M. G. Cuvier, secrétaire perpétuel. (Le 1er paragraphe de ce Mémoire a été imprimé dans le XXe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique.*)

3°. Divers Mémoires sur la théorie de la lumière, présentés à l'Académie les 17 et 31 mai 1830, parafés par M. G. Cuvier, sécrétaire perpétuel, et publiés par extrait dans le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac, puis dans le tome X des *Mémoires de l'Académie;*

4°. Le Mémoire sur la dispersion de la lumière, présenté à l'Académie les 19 juillet et 9 août 1830, parafé par M. Arago, secrétaire perpétuel, et publié d'abord par extrait dans le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac de juillet 1830, puis en totalité, dans le format des *Exercices de Physique mathématique.*

Académie. Elles sont analogues aux intégrales que renferme un Mémoire présenté par M. Poisson à l'Académie des Sciences le 11 octobre 1830, et même à celles que ce géomètre avait données le 24 novembre 1828, mais dans lesquelles la détermination des fonctions arbitraires était demeurée incomplète.

Dans le cas général où l'élasticité du système n'est la même en tous sens, ni autour d'un point quelconque, ni autour de tout axe parallèle à une droite donnée; les valeurs des inconnues, fournies par la méthode générale que nous avons rappelée, se trouvent représentées par des intégrales définies sextuples. Mais on peut, à l'aide d'un changement de variables indépendantes, réduire les intégrales sextuples à des intégrales quadruples, dans le cas où l'équation devient homogène. Cette dernière proposition a été donnée par l'auteur des Exercices dans un Mémoire que renferme le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac pour le mois d'avril 1830 (page 273). Dans ce Mémoire, l'auteur conclut de son analyse que les phénomènes sonores, lumineux,.... représentés par des équations homogènes aux dérivées partielles, donnent naissance à des ondes sonores, lumineuses, etc., qui ne laissent pas de traces de leur passage, et dont les surfaces se trouvent représentées par des équations qu'il apprend à former. D'ailleurs, comme le même auteur l'observe dans le tome X des *Mémoires de l'Académie* (Mémoires des 31 mai et 7 juin 1830), les surfaces des ondes ainsi déterminées sont précisément les surfaces courbes qui ont pour enveloppes les ondes planes dont il a donné la théorie dans les *Exercices de Mathématiques*. Ajoutons que, dans le cas particulier où l'on considère un système de molécules dont l'élasticité reste la même en tous sens, les vitesses propres des molécules, mesurées à de grandes distances du centre d'ébranlement, offrent, dans les deux ondes propagées, les mêmes directions qu'elles offriraient si ces deux ondes étaient rigoureusement planes. Ces vitesses sont donc alors dirigées suivant des tangentes ou suivant des normales aux surfaces des ondes. En d'autres termes, les vibrations des molécules, mesurées loin du centre d'ébranlement, sont alors ou *longitudinales* ou *transversales* par rapport aux rayons vecteurs. M. Poisson, qui avait d'abord révoqué en doute les vibrations transversales, a fini par les admettre lui-même, et par tirer de ses formules la proposition que nous venons d'énoncer. En effet, ces vibrations transversales, admises par Fresnel, puis données par l'auteur des Exercices comme résultat du calcul et spécialement comme une conséquence de la théorie des ondes planes, dans les Mémoires des 31 mai et 7 juin 1830, se trouvent déduites des intégrales générales du mouvement d'un système isotrope, à la fin du Mémoire que M. Poisson a lu à l'Académie des Sciences, le 11 octobre 1830.

NOTE DEUXIÈME.

Intégration d'une équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants, avec un dernier terme fonction des variables indépendantes.

Considérons, pour fixer les idées, quatre variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ t$$

qui pourront être censées représenter trois coordonnées rectangulaires et le temps.

Soit

$$F(x, y, z, t)$$

une fonction de ces variables, entière, du degré n par rapport à t, et dans laquelle, pour plus de simplicité, nous supposerons le coefficient de t^n réduit à l'unité. Supposons d'ailleurs que, ϖ étant une fonction inconnue, et

$$\mathrm{f}(x, y, z, t)$$

une fonction donnée des quatre variables x, y, z, t, on assujettisse l'inconnue ϖ à vérifier, 1° quel que soit t, l'équation aux dérivées partielles

$$F(D_x, D_y, D_z, D_t)\varpi = \mathrm{f}(x, y, z, t); \tag{1}$$

2° pour $t = 0$, des conditions de la forme

$$\varpi = \varpi_0(x, y, z), \quad D_t\varpi = \varpi_1(x, y, z), \ldots, \quad D_t^{n-1}\varpi = \varpi_{n-1}(x, y, z). \tag{2}$$

Enfin concevons que,

$$\varphi(\alpha, 6, \gamma) \quad \text{et} \quad f(x, y, z)$$

désignant deux fonctions des variables

$$\alpha, 6, \gamma \quad \text{et} \quad x, y, z,$$

on pose, pour abréger, comme dans le deuxième volume des *Exercices* (page 167),

$$\varphi(\alpha, 6, \gamma) f(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z}) = \int\int\int\int\int\int e^{[\alpha(x-\lambda)+6(y-\mu)+\gamma(z-\nu)]\sqrt{-1}} \varphi(\alpha, 6, \gamma) f(\lambda, \mu, \nu) \frac{d\alpha d\lambda}{2\pi} \frac{d6 d\mu}{2\pi} \frac{d\gamma d\nu}{2\pi}, \tag{3}$$

les limites de chaque intégration étant réduites aux deux quantités $-\infty$, $+\infty$. Alors, en vertu de la formule (311) du Mémoire sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique, on trouvera

$$\varpi = \mathcal{E} \frac{e^{st}}{((F(\alpha\sqrt{-1}, 6\sqrt{-1}, s)))} \frac{F(\alpha\sqrt{-1}, 6\sqrt{-1}, \gamma\sqrt{-1}, s) - F(\alpha\sqrt{-1}, 6\sqrt{-1}, \gamma\sqrt{-1}, \varpi(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z}))}{s - \varpi(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})} + \int_0^t \mathcal{E} \frac{e^{s(t-\tau)}}{((F(\alpha\sqrt{-1}, 6\sqrt{-1}, \gamma\sqrt{-1}, s)))} \mathrm{f}(\overline{x}, \overline{y}, z, \overline{\tau})\, d\tau. \tag{4}$$

Il est bon d'observer que, dans la formule (4), l'intégrale relative à τ disparaît quand on a

$$\mathrm{f}(x, y, z, t) = 0.$$

Ajoutons qu'après avoir développé, dans le premier des termes que renferme la valeur

de ϖ, la fraction qui a pour dénominateur le binome

$$s - \varpi(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}),$$

on doit avoir soin de remplacer les exposants de ϖ par des indices.

Dans les applications que l'on peut faire de la formule (4), il est bon de se rappeler que, d'après la définition même des fonctions de x, y, z représentées par la notation

$$\varphi(\alpha, \beta, \gamma)\, f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}),$$

on a généralement (2ᵉ volume des *Exercices de Mathématiques*, page 168)

$$(5)\qquad \varphi(\alpha, \beta, \gamma)\left[\chi(\alpha, \beta, \gamma)\, f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})\right] = \left[\varphi(\alpha, \beta, \gamma)\,\chi(\alpha, \beta, \gamma)\right] f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}).$$

Observons encore qu'en vertu d'un théorème donné par M. Poisson dans le Mémoire du 19 juillet 1819, on a généralement

$$(6)\qquad \int_0^t \cos(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\, \Omega t . \mathrm{f}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})\, dt =$$
$$\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} t \sin p\, \mathrm{f}(x + \Omega t \cos p, \quad y + \Omega t \sin p \cos q, \quad z + \Omega t \sin p \sin q)\, dp\, dq.$$

De plus, on peut de l'équation (6) tirer celles que l'auteur des *Exercices de Mathématiques* a données dans plusieurs Mémoires présentés à l'Académie en 1830, ou, ce qui revient au même, on peut de l'équation (6) déduire la formule

$$(7)\qquad \int_0^t \cos(a\alpha^2 + b\beta^2 + c\gamma^2 + 2d\beta\gamma + 2e\gamma\alpha + 2f\alpha\beta)^{\frac{1}{2}} t . f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})\, dt =$$
$$\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} t \sin p\, f\left(x + \frac{t\cos p}{\mathfrak{P}},\ y + \frac{t \sin p \cos q}{\mathfrak{P}},\ z + \frac{t \sin p \sin q}{\mathfrak{P}}\right)\frac{dp\, dq}{\mathfrak{P}^3},$$

dans laquelle on a

$$(8)\qquad \mathfrak{P}^2 = \mathfrak{F}(\cos p,\ \sin p \cos q,\ \sin p \sin q),$$

en supposant

$$(9)\qquad \mathfrak{F}(x, y, z) = \mathrm{a}x^2 + \mathrm{b}y^2 + \mathrm{c}z^2 + 2\mathrm{d}yz + 2\mathrm{e}zx + 2\mathrm{f}xy,$$

et les constantes

$$\mathrm{a, b, c, d, e, f} \text{ liées aux constantes } a, b, c, d, e, f,$$

de telle sorte que les équations

$$ax + fy + ez = \mathrm{x},\quad fx + by + dz = \mathrm{y},\quad ex + dy + cz = \mathrm{z},$$

entraînent les suivantes

$$\text{a}x + \text{f}y + \text{e}z = x, \quad \text{f}x + \text{b}y + \text{d}z = y, \quad \text{e}x + \text{d}y + \text{c}z = z.$$

Pour montrer une application des formules qui précèdent, considérons un cas particulier traité par l'auteur des *Exercices* non-seulement dans le *Bulletin des Sciences* d'avril 1830, mais aussi dans les Mémoires des 12 avril et 17 mai de la même année; et supposons que, le second membre de la formule (1) étant réduit à zéro, on pose, dans cette formule,

$$F(x, y, z, t) = t^2 - (ax^2 + by^2 + cz^2 + 2dyz + 2ezx + 2fxy):$$

cette même formule deviendra

$$(10) \qquad D_t^2\varpi = (aD_x + bD_y^2 + cD_z^2 + 2dD_yD_z + 2eD_zD_x + 2fD_xD_y)\varpi.$$

Cela posé, si l'on désigne par

$$\varpi(x, y, z) \quad \text{et} \quad \Pi(x, y, z)$$

les valeurs initiales des fonctions

$$\varpi \quad \text{et} \quad D_t\varpi;$$

si d'ailleurs, en attribuant à $\wp$ une va leur positive déterminée par le système des formules (8) et (9), on pose pour abréger

$$(11) \qquad \lambda = x + t\frac{\cos p}{\wp}, \quad \mu = y + t\frac{\sin p \cos q}{\wp}, \quad \nu = z + t\frac{\sin p \sin q}{\wp},$$

et de plus

$$(12) \qquad \Theta = (abc - ad^2 - be^2 - ef^2 + 2def)^{\frac{1}{2}},$$

on trouvera (*Bulletin* d'avril 1830)

$$(13) \qquad \varpi = \frac{1}{4\pi\Theta}\int_0^\pi\int_0^\pi t\sin p\,\Pi(\lambda, \mu, \nu)\frac{dp\,dq}{\wp^3} + \frac{1}{4\pi\Theta}D_t\int_0^{2\pi}\int_0^\pi t\sin p\,\varpi(\lambda, \mu, \nu)\frac{dp\,dq}{\wp^3}.$$

Si les fonctions

$$\varpi(x, y, z), \quad \Pi(x, y, z)$$

n'ont de valeurs sensibles que pour de très-petites valeurs numériques de x, y, z, les intégrales définies que renferme le second membre de la formule (13) n'auront de va-

leurs sensibles que pour des valeurs de x, y, z, t, propres à vérifier sensiblement les formules

$$\lambda = 0, \quad \mu = 0, \quad \nu = 0,$$

ou, ce qui revient au même, les formules

$$x + \frac{t \cos p}{\wp} = 0, \quad y + \frac{t \sin p \cos q}{\wp} = 0, \quad z + \frac{t \sin p \sin q}{\wp} = 0.$$

Or de ces dernières, jointes à l'équation (8), on tirera

$$t^2 = \mathrm{F}(x, y, z),$$

ou, ce qui revient au même,

(14) $$t^2 = ax^2 + by^2 + cz^2 + 2dyz + 2ezx + 2fxy.$$

Donc la formule (13) conduira aux conclusions que l'auteur des *Exercices* a énoncées dans le Mémoire du 12 avril 1830 (voir le XXe cahier du *Journal de l'Ecole Polytechnique*), et que nous allons reproduire.

Supposons que l'équation

$$\mathrm{D}^2_t \varpi = (a\mathrm{D}_x^2 + b\mathrm{D}_y^2 + c\mathrm{D}_z^2 + 2d\mathrm{D}_y\mathrm{D}_z + 2e\mathrm{D}_z\mathrm{D}_x + 2f\mathrm{D}_x\mathrm{D}_y)\varpi$$

se rapporte à une question de mécanique ou de physique dans laquelle t représente le temps et x, y, z des coordonnées rectilignes; supposons d'ailleurs que les valeurs initiales de ϖ et de $\mathrm{D}_t\varpi$ soient sensiblement nulles pour tous les points situés à une distance sensible de l'origine des coordonnées... Au bout du temps t, la variable ϖ n'aura de valeur sensible que dans le voisinage de la surface du second degré, représentée par l'équation (14).

Cela posé, concevons que la quantité ϖ dépende des vibrations très-petites d'un corps solide ou d'un fluide pondérable ou impondérable, et que ces vibrations, d'abord produites dans le voisinage de l'origine des coordonnées, se propagent dans l'espace, et donnent ainsi naissance à une onde sonore ou lumineuse. La surface de l'onde coïncidera au bout du temps t, avec celle de l'ellipsoïde représenté par l'équation (14). *Par suite la vitesse du son ou de la lumière, mesurée suivant le rayon vecteur r* de cet ellipsoïde, *sera la quantité représentée* par le rapport $\frac{r}{t}$.

NOTE TROISIÈME.

Intégration des équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système isotrope de molécules.

Soient, dans un système isotrope de molécules,

x, y, z les coordonnées rectangulaires et initiales d'une molécule m, correspondantes à un état d'équilibre;

ξ, η, ζ les déplacements de la même molécule, au bout du temps t, mesurés parallèlement aux axes coordonnés,

et

$$\upsilon = D_x\xi + D_y\eta + D_z\zeta$$

la dilatation du volume. La valeur de υ sera déterminée par une équation de la forme

$$(1) \qquad D_t^2\upsilon = \Omega^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\upsilon,$$

et les valeurs de ξ, η, ζ par des équations de la forme

$$(2) \qquad [D_t^2 - \Omega_1^2(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\,\xi = (\Omega^2 - \Omega_1^2)\,D_x\upsilon.$$

(Voir les *Exercices de Mathématiques* pour l'année 1828, pages 180 et 211.) La question se réduira donc à intégrer deux équations aux dérivées partielles et à coefficients constants, dont l'une offrira un second terme représenté par une fonction donnée des variables indépendantes. Si d'ailleurs on nomme

$$\varphi(x,y,z), \quad \chi(x,y,z), \quad \psi(x,y,z), \quad \Phi(x,y,z), \quad X(x,y,z), \quad \Psi(x,y,z),$$

les valeurs initiales de

$$\xi, \qquad \eta, \qquad \zeta, \qquad D_t\xi, \qquad D_t\eta, \qquad D_t\zeta,$$

et si l'on pose, pour abréger,

$$f(x,y,z) = D_x\varphi(x,y,z) + D_y\chi(x,y,z) + D_z\psi(x,y,z),$$
$$\mathcal{F}(x,y,z) = D_x\Phi(x,y,z) + D_y X(x,y,z) + D_z\Psi(x,y,z),$$

les fonctions

$$f(x,y,z), \quad \mathcal{F}(x,y,z)$$

représenteront les valeurs initiales de

$$\upsilon, \qquad D_t\upsilon.$$

L'équation (1) est entièrement semblable à celle qui détermine la projection du son dans l'air. En vertu de la formule (4) de la Note II, elle aura pour intégrale

$$(3) \qquad \begin{cases} \upsilon = \cos(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega t . f(\bar{x},\bar{y},\bar{z}) \\ \quad + \int_0^t \cos(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega t . \mathcal{F}(\bar{x},\bar{y},\bar{z})\,dt. \end{cases}$$

Ajoutons qu'en vertu de la même formule, la valeur de ξ déterminée par l'équation (2) sera de la forme

$$(4) \qquad \xi = \Xi + D_x 8,$$

la valeur de ϖ étant

$$(5)\quad \begin{cases} \varpi = \cos(\alpha^2 + 6^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega_{,}t.\varphi(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z}) \\ \quad + \int_0^t \cos(\alpha^2 + 6^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega_{,}t.\Phi(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})\, dt, \end{cases}$$

et la valeur de 8 étant assujettie, 1° à vérifier, quel que soit t, l'équation aux dérivées partielles

$$(6)\quad [D_t^2 - \Omega_{,}^2 (D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\, 8 = (\Omega^2 - \Omega_{,}^2)\, v;$$

2° à vérifier, pour $t = 0$, les conditions

$$(7)\quad 8 = 0, \qquad D_t 8 = 0.$$

Or, sous ces conditions, la formule (4) de la Note II donnera

$$(8)\begin{cases} D_t 8 = (\Omega^2 - \Omega_{,}^2) \int_0^t \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega_{,}(t-\tau).\cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega\tau.f(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})\, d\tau \\ \quad + (\Omega^2 - \Omega_{,}^2) \int_0^t \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega_{,}(t-\tau) \int_0^\tau \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega\tau.\mathfrak{F}(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})\, d\tau\, d\tau. \end{cases}$$

D'ailleurs, en posant pour abréger

$$(\alpha^2 + 6^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}} = \rho,$$

on a identiquement

$$(\Omega^2 - \Omega_{,}^2) \int_0^t \cos\rho\,\Omega_{,}(t - \tau).\cos\rho\,\Omega\tau\, d\tau = \frac{\Omega \sin\rho\,\Omega t - \Omega_{,} \sin\rho\,\Omega_{,} t}{\rho}$$
$$= \int_0^t (\Omega^2 \cos\rho\,\Omega t - \Omega_{,}^2 \cos\rho\,\Omega_{,} t)\, dt,$$

$$(\Omega^2 - \Omega_{,}^2) \int_0^t \cos\rho\,\Omega_{,}(t - \tau) \int_0^\tau \cos\rho\,\Omega\tau\, d\tau\, d\tau = \frac{\cos\Omega_{,} t - \cos\rho\,\Omega t}{\rho^2}$$
$$= \int_0^t \int_0^t (\Omega^2 \cos\rho\,\Omega t - \Omega_{,}^2 \cos\rho\,\Omega_{,} t)\, dt\, dt.$$

Donc la formule (8) peut s'écrire comme il suit :

$$(9)\begin{cases} D_t 8 = \int_0^t \left[\Omega^2 \cos(\alpha^2 + 6^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega t - \Omega_{,}^2 \cos(\alpha^2 + 6^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega_{,} t\right] f(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})\, dt \\ \quad + \int_0^t \int_0^t \left[\Omega^2 \cos(\alpha^2 + 6^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega t - \Omega_{,}^2 \cos(\alpha^2 + 6^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\,\Omega_{,} t\right] \mathfrak{F}(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})\, dt\, dt. \end{cases}$$

Or, cette dernière, combinée avec la formule trouvée en 1819 par M. Poisson, c'est-à-

dire avec la formule 6 de la note II, donnera

$$(10)\qquad \begin{cases} \mathrm{D}_t 8 = \dfrac{1}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Big[\Omega^2 f(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^2 f(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})\Big]\,dp\,dq, \\ \quad + \dfrac{\mathrm{D}_t^{-1}}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Big[\Omega^2 \mathcal{F}(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^2 \mathcal{F}(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})\Big]\,dp\,dq, \end{cases}$$

le signe D_t^{-1} indiquant une intégration effectuée par rapport à t, à partir de $t=0$, et les valeurs de λ, μ, ν, $\lambda_{,}$, $\mu_{,}$, $\nu_{,}$ étant

$$\lambda = x + \Omega t\cos p,\quad \mu = y + \Omega t\sin p\cos q,\quad \nu = z + \Omega t\sin p\sin q,$$
$$\lambda_{,} = x + \Omega_{,} t\cos p,\quad \mu_{,} = y + \Omega_{,} t\sin p\cos q,\quad \nu_{,} = z + \Omega_{,} t\sin p\sin q.$$

De plus, on tirera immédiatement de l'équation (10), en observant que 8 doit s'évanouir avec t,

$$(11)\qquad \begin{cases} 8 = \dfrac{\mathrm{D}_t^{-1}}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}[\Omega^2 f(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^2 f(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})]\,dp\,dq \\ \quad = \dfrac{\mathrm{D}_t^{-2}}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}[\Omega^2 f(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^2 f(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})]\,dp\,dq. \end{cases}$$

Les formules (4), (5) et (11) qu'on obtient, comme on vient de le voir, en combinant avec le théorème de M. Poisson la dernière formule du Mémoire de 1827 sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique, suffisent pour déterminer les lois de la propagation du mouvement dans les milieux isotropes. Ces formules sont précisément celles que j'ai mentionnées dans les livraisons 7 et 8 des *Exercices d'analyse*, et que j'avais obtenues à l'époque où je m'occupais de la théorie des corps élastiques. Les manuscrits qui les renferment ne fixent pas avec précision leur date, que divers indices reportent à l'année 1828. Mais ce qui n'est pas douteux, c'est que le Mémoire du 12 janvier 1829 indique des formules tirées du Mémoire de 1827, non-seulement comme *offrant, sous le signe $\int$, les fonctions qui expriment, à l'origine du mouvement, les déplacements et les vitesses des molécules, mesurés parallèlement aux axes coordonnés,* mais encore comme *propres à fournir les lois suivant lesquelles un ébranlement produit en un point donné d'un système de molécules se propage dans tout le système.* Ajoutons que le Mémoire du 17 mai 1830 cite précisément le *théorème de M. Poisson* comme fournissant le moyen de réduction des intégrales correspondantes à un système isotrope, et que, relativement à un tel système, le Mémoire de janvier 1829 dit expressément (tome IX des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, page 115):

Si un système de molécules est tellement constitué que l'élasticité du système soit la même en tous sens, un ébranlement, primitivement produit en un point quelconque, se propagera de manière qu'il en résulte deux ondes sphériques animées de vitesses constantes, mais inégales.

Je rappellerai en finissant que les formules (4), (5) et (11) ne diffèrent pas au fond des intégrales que M. Ostrogradsky a données dans un Mémoire lu à l'Académie de Saint-Pétersbourg, le 10 juin 1829, cité par M. Poisson en octobre 1830, et publié en 1831.

NOTE QUATRIÈME.

Sur l'intégration des équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules dont l'élasticité reste la même en tous sens autour d'un axe quelconque parallèle à une droite donnée.

La question dont il s'agit ici, et sur laquelle je reviendrai dans un autre article, a été traitée, non-seulement dans le Mémoire du 12 janvier 1829, mais aussi dans le Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 17 mai 1830, et parafé à cette époque par le secrétaire perpétuel, M. Georges Cuvier.

Les formules, qui sont relatives à cette question, s'appliquent, à plus forte raison, au cas particulier où le système devient isotrope; et fournissent alors les résultats suivants.

Reprenons les équations (1) et (2) de la Note III, et posons, comme dans le Mémoire lithographié d'août 1836,

$$U = D_z\eta - D_y\zeta, \quad V = D_x\zeta - D_z\xi, \quad W = D_y\xi - D_x\eta.$$

On aura

$$(1) \qquad [D_t^2 - \Omega^2 (D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\, U = 0;$$

et l'on pourra encore, dans cette dernière équation, remplacer U par V, ou par W. Cela posé, on connaîtra immédiatement, d'une part v, et d'autre part U, V, W. D'ailleurs,

$$v, \ U, \ V, \ W$$

étant connus, on connaîtra

$$(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\,\xi = D_x v + D_y W - D_z V,$$

et par suite

$$D_t^2 \xi.$$

Or, on se trouvera ainsi ramené aux formules (4), (5) et (11) de la Note III, qui peuvent, en conséquence, se déduire non-seulement de la dernière formule du Mémoire *sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique,* mais encore des formules établies dans le Mémoire du 17 mai 1830.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Viau présente une Notice sur un appareil de son invention qu'il désigne sous le nom d'*Hydrostat* et dont il propose de faire usage pour remettre à flot les navires coulés dans une rivière ou dans une rade profonde.

L'hydrostat consiste en un ponton solide et léger que l'on amène vide

au-dessus du navire que l'on veut soulever, puis qu'on submerge en laissant pénétrer l'eau dans sa capacité au moyen de deux soupapes convenablement disposées. Des plongeurs l'amarrent alors au navire, puis ferment la soupape supérieure qui avait laissé échapper l'air en laissant ouverte l'inférieure par laquelle l'eau est entrée et par laquelle elle doit ressortir. Cela fait, en ouvrant un robinet placé extérieurement, on établit la communication entre deux récipients dont l'un contient de l'acide chlorhydrique, l'autre un carbonate de chaux. Le gaz acide carbonique qui se dégage refoule l'eau contenue dans la cavité du ponton, l'oblige à sortir par la soupape inférieure, et bientôt occupe seul toute la caisse qui tend à monter à la surface avec le navire auquel elle est étroitement fixée.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. **F. Blot** adresse des *considérations pratiques sur l'agriculture*. Son Mémoire est divisé en trois parties : l'une est destinée à faire ressortir les avantages que présenterait l'emploi d'une charrue à plusieurs socs que l'auteur a précédemment soumise au jugement de l'Académie; l'autre est relative aux engrais; la troisième enfin à quelques inconvénients qui résultent, suivant l'auteur, du peu de longueur qu'ont en général les baux des fermiers, ce qui empêche ceux-ci de travailler à l'amélioration des terres qu'ils exploitent.

(Commissaires, MM. Boussingault, de Gasparin, Payen.)

M. **Courbebaisse** adresse de Figeac un Mémoire sur un *nouveau mode d'application de la vapeur à la navigation*. Dans la lettre d'envoi, l'auteur annonce qu'il n'a pas eu encore occasion de faire l'application de son système, mais qu'il croit devoir l'exposer, afin de prendre date, attendu qu'en Angleterre un système analogue paraît avoir été récemment essayé avec succès.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. **Morel** soumet au jugement de l'Académie le projet d'un nouvel *instrument à réflexion* qu'on pourrait, suivant lui, substituer, pour les usages de la marine, au sextant et au cercle de Borda.

(Commissaires, MM. Beautemps-Beaupré, Pouillet, Gambey, Babinet.)

CORRESPONDANCE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Boussingault** *à* M. Arago, *sur le rayonnement de la neige.*

« J'ai commencé quelques observations pour savoir si la neige qui couvre les sols ensemencés se comporte comme un écran, pour les préserver du rayonnement nocturne. Malheureusement la neige a disparu deux jours après ma première observation. J'avais, 1°. un thermomètre sur la neige, mais sa boule était recouverte pendant la nuit d'une couche de neige en poudre d'environ 2 à 3 millimètres d'épaisseur; 2°. un thermomètre dont la boule se trouvait placée sous la couche de neige; cette boule d'un côté touchait à la terre; 3°. un thermomètre à l'air libre, à 12 mètres au-dessus du sol, au nord d'un bâtiment, et à l'abri d'un trop grand rayonnement. La couche de neige avait $0^m,1$ d'épaisseur; elle recouvrait un champ ensemencé en blé l'automne dernier. Le soleil donnait en plein sur ce champ couvert de neige les jours où j'ai observé.

» 11 février 1842. — Le soleil a donné toute la journée sur le champ.

» A cinq heures et demie du soir, le soleil est depuis une demi-heure caché derrière les montagnes.

Therm. sous la neige 0°; therm. sur la neige — 1°,5; therm. dans l'air + 2°,5.

» Le ciel sans nuage, l'air très-calme.

» 12 février. — La nuit a été très-belle, pas de nuage, air calme.

» A sept heures du matin, le soleil n'est pas encore sur le champ.

Therm. sous la neige — 3°,5; therm. sur la neige — 12°; therm. dans l'air — 3°,5.

» A cinq heures et demie du soir, le soleil est derrière les montagnes.

Therm. sous la neige 0°; therm. sur la neige — 1°,4; therm. dans l'air + 3°,0.

» 13 février. — A sept heures du matin, l'air un peu agité, ciel gris.

Therm. sous la neige — 2°,0; therm. sur la neige — 8°,2; therm. dans l'air — 3°,8.

» A cinq heures et demie du soir, air calme, ciel découvert; le soleil est caché depuis quelque temps.

Therm. sous la neige 0°,0; therm. sur la neige — 1°,0; therm. dans l'air + 4°,5.

» 14 février. — A sept heures du matin vent d'ouest, pluie fine.

Therm. sous la neige 0°; therm. sur la neige + 0°,5; therm. dans l'air + 2°. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur la théorie des perturbations d'Uranus; par* M. CH. DELAUNAY.

« Je me suis occupé, il y a quelque temps, de vérifier deux termes de perturbations de l'ordre du carré de la force perturbatrice, découverts par M. Hansen, dans la longitude d'Uranus, et les résultats de mes recherches ont été présentés à l'Académie dans la séance de lundi dernier. (*Voir* le *Compte rendu*, p. 371.) J'ai reconnu depuis, au moyen des calculs que j'avais effectués, qu'il était possible de trouver, même dans les termes qui ne sont que du premier ordre relativement à la force pertubatrice, des inégalités sensibles dont il ne paraît pas qu'on ait tenu compte dans la formation des tables : j'ai trouvé, par exemple, les deux termes suivants qui s'appliquent à la longitude de la planète :

$$-5'',63.\cos\left[(4n''-n')t+4\varepsilon''-\varepsilon'+14^\circ\,0'\,13''\right];$$
$$+5'',63.\cos\left[(2n''-n')t+2\varepsilon''-\varepsilon'+167^\circ\,13'\,51''\right].$$

» Ces deux termes correspondent, le premier à une période de $73^{\text{ans}},2$, et le second à une période de $98^{\text{ans}},6$.

» D'après cela il devient nécessaire, pour la formation des tables d'Uranus, de reprendre complétement la théorie de ses perturbations, soit pour calculer plus exactement celles dont l'existence vient d'être constatée, soit pour rechercher avec soin celles qui, n'ayant pas encore été mentionnées, ne sont cependant pas négligeables. Je viens d'entreprendre ce travail, et dès qu'il sera achevé, je m'empresserai de le soumettre au jugement de l'Académie. »

COMÈTE DE ENCKE. — *Position apparente observée et réduite par* MM. LAUGIER *et* MAUVAIS, *le samedi* 12 *mars* 1842, *à l'Observatoire de Paris.*

« Samedi 12 mars, le ciel étant de la plus grande pureté, nous sommes parvenus à trouver et à observer la comète de Encke; elle était faible; cependant on voyait au centre une condensation de lumière; nous avons estimé son diamètre de 2 à 3'.

» L'étoile qui nous a servi de terme de comparaison ne se trouve que dans l'*Histoire céleste française*, p. 204. Elle a été observée à un seul fil, le 15 décembre 1795. Voici l'observation telle qu'on la trouve dans ce recueil.

Passage au troisième fil.... = $0^h 56^m 19^s$.
Distance au zénith........ = $36° 0' 11''$.

» Nous en avons conclu la position apparente pour le 12 mars 1842

✱ Æ = $0^h 58^m 16^s,53$.
✱ D = + $13° 3' 29'',72$.

» A $7^h 48^m 40^s,57$, temps moyen de Paris, les différences de position entre la comète et l'étoile étaient

En Æ = — $56^s,36$ en temps.
En D = + $23' 55'',88$.

» Les observations étant faites très-près de l'horizon (à 8° de hauteur), il nous a fallu tenir compte de la différence de réfraction entre les deux astres; alors les nombres donnés plus haut deviennent

Différence en Æ = — $55^s,81$.
Différence en D = + $24' 4'',94$.

En appliquant aussi les corrections dépendantes de l'aberration et de la parallaxe, on obtient pour position corrigée de la comète :
♄ 12 mars 1842, à $7^h 48^m 40^s,57$, temps moyen de Paris compté de midi,

Æ de la ☄ = $0^h 57^m 22^s,45$ = $14° 20' 36'',77$.
D de la ☄ = + $13° 27' 46'' 26$.

» Pour la même époque, l'éphéméride donnerait

Æ = $14° 20' 52''$.
D = + $13° 27' 23''$.

Lettre de M. Valz *à* M. Arago *sur le même sujet.*

Marseille, 10 mars 1842.

« Je m'empresse de vous annoncer qu'enfin, après de longues et pénibles recherches, j'ai pu voir, hier soir à sept heures et demie, la comète à courte période. Il ne m'a pas été possible de l'observer régulièrement, une bande de nuage étant venue la couvrir; elle paraissait n'avoir que 8 à 10' de moins

en Æ que la 243e de 0^h Piazzi ou 28e des Poissons de Mayer, et 4 à 6′ aussi de moins en déclinaison. Je l'avais cherchée bien inutilement au commencement de février, et si on a pu l'apercevoir alors à Berlin, je pense que ce ne doit être qu'avec une lunette à grande ouverture ; je regrette bien de ne pas en avoir une pareille. Après la pleine lune du 25 février au 5 mars je l'ai encore cherchée avec soin, sans pouvoir en obtenir le moindre soupçon. Le 6 mars le temps s'est couvert, ainsi que les jours suivants; mais hier il plut un peu, ce qui éclaircit l'air, et le soir je parvins à distinguer faiblement la comète, après une demi-heure de recherche, avec une lunette de 42 lignes d'ouverture.

» Je viens d'observer péniblement la comète à travers des éclaircies, à $7^h 25^m$ t. m., Æ $12°56'8''$ presque comme l'indique l'éphéméride; décl. bor. $12°59'45''$ seulement, 1′ de plus que l'éphéméride. »

ASTRONOMIE PRATIQUE. — *Note sur les vérifications des glaces d'horizons artificiels; par* M. NELL DE BRÉAUTÉ.

« Lorsque nous commençâmes à examiner avec soin les horizons artificiels, nous ne tardâmes point à nous apercevoir que leurs surfaces étaient loin d'être un plan, malgré que les images réfléchies vues avec de bonnes lunettes y parussent assez nettes ; ce qui prouvait que ce moyen, indiqué par différents auteurs, était médiocre.

» Alors nous eûmes l'idée d'observer avec un bon sextant des hauteurs circumméridiennes du soleil dans les bords opposés de la glace ; ces hauteurs, réduites une à une en hauteurs méridiennes et comparées *par paires*, donnaient l'angle formé par les deux tangentes aux points d'observation. C'est ainsi que nous trouvâmes que la surface de tous les horizons de diverses constructions que nous eûmes l'occasion de vérifier appartenaient à des courbes. Ce moyen, déjà supérieur à celui de l'examen avec une lunette, ne faisait encore connaître que les inclinaisons de deux points de la glace, mais *nullement les courbures partielles des différentes parties des surfaces*.

» C'est en réfléchissant au moyen de trouver un mode de vérification meilleur, qu'Amédée Racine eut l'ingénieuse idée de rapprocher beaucoup les pointes d'un niveau fort sensible, destiné à caler les horizons, et de le promener ainsi de centimètre en centimètre, sur différents diamètres des glaces à examiner, en lisant à chaque changement de position les extrémités de la bulle.

» La différence des lectures entre chaque position du niveau donne la différence d'inclinaison entre ces positions; on peut donc niveler une glace, connaître les défauts, les ondulations de chaque point, avec une précision extrême qu'aucune autre méthode ne peut donner. Nous l'avons toujours employée avec succès; elle ne demande que peu de temps et permet de juger en quelques minutes de la qualité d'une glace.

» C'est grâce à elle que trouvant, en juillet 1841, au Havre, un horizon de M. Schwarts beaucoup mieux monté et plus solidement établi que ceux que j'avais vus précédemment, j'ai pu à l'instant même m'assurer que la glace en était aussi fort supérieure.

» Au point de précision où, en surveillant et réunissant les efforts de nos plus habiles artistes, on a pu amener les instruments de reflexion (cercles et sextants), il était regrettable que les horizons artificiels, qui paraissent toujours bons au commun des observateurs, peu soucieux d'examiner la précision dont un instrument est susceptible, laissassent beaucoup à désirer.

» L'établissement d'instruments d'optique de M. Utzschneider et Fraunhofer à Munich ayant une grande réputation, nous nous adressâmes, l'an dernier, à ces artistes pour obtenir deux glaces de 6 centimètres sur 11, pour un toit d'horizon à mercure. Au lieu de deux glaces de cette dimension, je ne sais par quel malentendu ils m'en envoyèrent une seule de forme circulaire et d'un diamètre de 12 centimètres; nous la pensions parfaite d'après son origine et son prix (elle coûtait 200 francs); aussi ne fûmes-nous pas peu surpris, en la plaçant devant une lunette dans différentes positions, de voir nos mires méridiennes osciller! Nous la mîmes dans une monture de M. Schwarts, d'une bonne construction, pour la vérifier sur ses deux faces avec un soin minutieux.

» Nous employâmes à cette vérification un excellent niveau d'Ertel de Munich, monté par M. Schwarts dans un nouveau système qui a l'avantage de ne pas changer la courbure de la fiole.

» Il résulte de 540 lectures des extrémités de la bulle, faites sur les deux surfaces, que cette glace est une des plus médiocres qu'on puisse rencontrer, et que de plus elle a le défaut d'être irrégulièrement fautive.

» Racine, à l'aide de nos observations communes, a construit les trois coupes, ou pour mieux dire les six nivellements des diamètres marqués à l'encre de Chine.

» D'après la base de chaque partie $= 20^{mm},63$, une seconde d'inclinaison donne un dix-millième de millimètre dans les hauteurs, et comme cette

quantité a été augmentée dans le rapport de 1 à 10 000, il en résulte que un millimètre sur les hauteurs dans l'échelle des figures ci-dessous, correspond à une seconde d'inclinaison dans les glaces. Il suffira de jeter un coup d'œil sur les trois coupes pour voir combien cette glace de Munich est mauvaise et impropre aux observations.

» Les chiffres qui se trouvent avec un signe entre les lignes verticales expriment les inclinaisons de chaque portion de la glace, quand les points extrêmes sont de niveau.

(*Suivent trois figures.*)

» Maintenant nous allons donner comme point de comparaison les mêmes nivellements exécutés sur la surface supérieure de la glace noire de l'horizon de Schwarts acheté au Havre en 1841. Cet ingénieur prend ses glaces chez M. Radiguet, opticien, boulevard des Filles-du-Calvaire, n° 17.

(*Suivent trois coupes.*)

» Les inclinaisons de cette dernière glace et leur régularité, prouvent, ce nous semble, qu'elle a été travaillée au tour ou par un mouvement circulaire; elle est de la classe faite pour le commerce et coûte un prix fort modéré, je crois 15 francs, tandis que celle exécutée à Munich l'a été sans limite de temps et de prix. Elle coûte treize fois plus, ce qui est énorme; et pourtant elle présente des erreurs infiniment plus considérables et qui pis est fort irrégulières, de manière que dans la pratique des observations elles ne peuvent guère être éludées.

» La glace de M. Radiguet est concave; il est probable que cet artiste, qui est si supérieur aux artistes anglais et allemands par la perfection de son travail, arrivera à une précision qu'on n'aurait osé espérer il y a quelques années : grâce à lui nous sommes parvenus à garnir nos instruments de réflexion de miroirs parfaits et près desquels les miroirs de MM. Dollond et Troughton, qui avaient autrefois une grande réputation, paraissent tous au-dessous du médiocre. Nous pensons que ce nouveau moyen de vérifier les surfaces sera utile aux artistes, et nous nous estimerons heureux si les recherches d'Amédée Racine ont facilité les vérifications dont ils ont continuellement besoin. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations faites aux environs d'Édimbourg, sur la propagation des variations extérieures de température dans l'intérieur du sol, pendant les quatre années* 1837, 38, 39 et 40. — Extrait d'une Lettre de M. le professeur **Forbes** à M. *Elie de Beaumont.*

« 1°. Détermination des constantes de la formule $\log \Delta p = A + Bp$, qui

donne l'amplitude Δp des variations du thermomètre aux profondeurs exprimées par p.

Valeurs de A.

	Dans le trapp de Calton-Hill.	Dans le sable du jardin expérimental.	Dans le grès de la carrière de Craigleith.
Observations de 1837....	1,164	1,176	1,076
1838....	1,173	1,217	1,114
1839....	1,086	1,182	1,049
1840....	1,073	1,155	1,044

Valeurs de B.

	Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Observations de 1837....	0,0545	0,0440	0,0316
1838....	0,0641	0,0517	0,0345
1839....	0,0516	0,0498	0,0305
1840....	0,0550	0,0470	0,0308

» 2°. Profondeurs auxquelles les variations *annuelles* de température se réduisent à 0°,01 centigrade.

	Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Observations de 1837....	58,1 pieds de Fr.	72,2 pieds de Fr.	97,3 pieds de Fr.
1838....	49,3	61,8	91,0
1839....	59,2	63,5	100,0
1840....	55,9	67,1	98,8

» 3°. Vitesse de la propagation de la chaleur dans l'intérieur du sol.

MAXIMA.

		Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Obs. de 1837	un pied	7,5 jours.	7,1 jours.	4,9 jours.
1838	de France	6,8	6,8	3,6
1839	parcouru	7,8	7,2	4,6
1840	en	6,6	5,95	3,5

MINIMA.

		Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Obs. de 1837	un pied	...	...	...
1838	de France	6,5 jours.	5,8 jours.	3,6 jours.
1839	parcouru	6,0	5,1	3,6
1840	en	6,1	5,7	3,05

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Hauteurs de quelques points des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes, au-dessus de la Méditerranée.* — Extrait d'une Lettre de M. le professeur **J.-D. Forbes** à M. *Élie de Beaumont.*

« Ces hauteurs sont exprimées en mètres. Elles ont été déterminées à l'aide du baromètre en employant comme observations correspondantes celles faites à Marseille par M. Valz; elles résultent de deux voyages exécutés, l'un en 1839 par M. Forbes, l'autre en 1841 par MM. Forbes et Heath.

	M. Forbes, 1839.	MM. Forbes et Heath, 1841.
La Ferrière (près d'Allevard)	....	905^{m}
Les Sept-Laux (les sept lacs)	....	2187
Allemont	....	827
Le bourg d'Oysans	744^{m}	....
Venos-en-Oysans	1005	984
La Bérarde	1717	1680
Saint-Christophe-en-Oysans	1461	1463
Le col de Saïs	....	3116
La Chapelle-en-Val-Godemard	....	1072
Le col du Celar	....	3070
La ville de Val-Louise	....	1160
Guillestre	....	1000
La Chalpe	....	1696
Le col des Hayes	....	2514
Briançon	1384	....
Le Monestier de Briançon	1509	....
Le col de Lautaret	2068	....
La Grave-en-Oysans	1515	....

GÉOLOGIE. — *Sur les surfaces polies et moutonnées de quelques vallées des Alpes.* — Extrait d'une Lettre de M. **E. Desor** à M. *Élie de Beaumont.*

« ... Il n'est presque pas une vallée, dans le centre des Alpes bernoises, où l'on n'ait signalé, dans ces derniers temps, des roches polies et striées. Les vallées composées de roches cristallines en sont même souvent affectées sur de très-grandes étendues; les vallées calcaires en montrent bien moins, et cela est d'autant plus remarquable que les plus belles roches polies du Jura sont sur du calcaire. A mesure que le domaine des

roches polies s'agrandissait, une foule d'endroits, qu'on n'eût pas osé citer comme concluants dans l'origine, devaient acquérir une valeur réelle par leur liaison avec d'autres localités mieux caractérisées. C'est ainsi que l'on fut conduit à accorder une importance capitale à ces singulières formes de roches que de Saussure appelait *roches moutonnées*. On ne saurait, en effet, contester que ces *roches moutonnées* ne soient intimement liées aux *roches polies*. Tous ceux qui ont visité la *Helleplatte* (entre le Grimsel et la cascade de Handeck) ont pu voir que les magnifiques polis, qui sont au bord de la route, passent plus loin, à droite, à gauche et au-dessus, à des formes moins lisses, mais cependant arrondies et sillonnées de la même manière. La même chose se voit au Grimsel, dans le val de Lebedur, dans la vallée de Gadmen et dans une foule d'autres endroits. Ici, c'est évidemment la même cause qui a produit les *roches polies* et les *roches moutonnées*. Or, ce sont précisément ces roches moutonnées, avec leurs sillons toujours parallèles, qui méritent, de la part des géologues, la plus grande attention, parce qu'elles accompagnent partout, dans les Alpes, les glaciers. On peut même dire qu'elles en sont les précurseurs, car il est bien peu de vallées dont on ne trouve les parois moutonnées et polies à deux, trois, quatre lieues et plus des glaciers actuels (témoins le Hassli, le Valais, la vallée d'Uri, la vallée de Zermatt, le plateau d'Albrun, entre Formazza et Binnen, etc.). Mais ce n'est pas seulement à cause de leur fréquence que ces roches moutonnées sont importantes; ce qui n'est pas moins intéressant, c'est leur niveau. Déjà, pendant le séjour que nous fîmes sur le glacier de l'Aar, au mois d'août 1841, M. Agassiz et moi, nous crûmes remarquer que les surfaces moutonnées arrondies et sillonnées ne dépassaient pas une certaine limite, tandis qu'au-dessus de cette limite la roche était ordinairement délitée, éboulée et hérissée de vives arêtes.

» Cette différence est aussi des plus tranchées sur les parois des rochers qui entourent l'hospice du Grimsel. M. Lobauer, professeur de stratégie à Berne, qui a publié un récit du combat qui eut lieu sur le col du Grimsel en 1799, insiste d'une manière toute particulière sur ces *roches moutonnées* qu'il appelle des *sections de cylindre*, et qui sont très-lisses, tandis qu'au-dessus tous les rochers sont anguleux. Il faut que la chose soit bien frappante pour avoir été remarquée par un homme entièrement étranger aux études géologiques.

» Nous observâmes, M. Agassiz et moi, une limite semblable entre les formes arrondies et les roches à vives arêtes, sur le Sidelhorn, à un niveau qui correspondait à peu près à celui des roches moutonnées qui se

voient près de l'*Hôtel des Neuchâtelois*. Je signalai ces faits dans une notice qui fait suite à la relation que j'ai publiée de notre séjour sur le glacier, dans la *Bibl. univers. de Genève*. Pendant le séjour de cinq semaines que nous avons fait l'été dernier sur le même glacier de l'Aar, nous nous sommes particulièrement appliqués à poursuivre ce singulier phénomène; nous avons commencé par étudier, dans ce but, les parois du glacier que nous habitions et celles de ses deux grands affluents, le glacier de Finster-Aar et celui de Lauter-Aar, et nous avons reconnu que la ligne des *roches moutonnées* et *polies* est limitée à une certaine hauteur relativement à la surface du glacier, hauteur qu'elle ne dépasse en aucun endroit; et si on ne la remarque pas toujours, c'est qu'elle est interrompue en une foule d'endroits par des glaciers latéraux et des éboulements. Ordinairement le poli est plus parfait en bas qu'en haut, mais il arrive aussi que l'inverse a lieu, c'est-à-dire que le poli est très-beau près de la limite supérieure des roches moutonnées, tandis que les surfaces arrondies inférieures sont rugueuses et âpres. (Autre preuve que c'est à la même action mécanique qu'il faut attribuer ces deux formes.) Mais c'est surtout en remontant le glacier supérieur de l'Aar (*Ober-Aar-Gletscher*), pour nous rendre au glacier de Viesch, que nous avons eu la preuve la plus éclatante de cette régularité de la limite des *roches moutonnées*. A l'extrémité de ce glacier, les roches moutonnées atteignent le sommet des massifs de la rive gauche (*Zinken-Stock*), c'est-à-dire qu'elles s'élèvent à une hauteur de 800 pieds (260 mètres) au moins au-dessus de la surface actuelle du glacier. Nous mîmes cinq heures à remonter le glacier jusqu'à l'endroit où le col d'Ober-Aar le sépare du *Névé* de Viesch; et, à mesure que nous montions, nous vîmes la limite des roches moutonnées (qui était toujours aussi distincte qu'à l'extrémité inférieure) se rapprocher peu à peu de la surface du glacier, jusqu'à ce qu'elle vînt se perdre, sous le *Névé*, à une lieue du col, à une hauteur absolue d'environ 9000 pieds (2924 mètres), formant ainsi un angle aigu avec la surface du glacier. Au-delà du point de rencontre il n'y a plus de roches moutonnées; tous les pics qui surgissent du milieu des neiges sont profondément déchirés et anguleux. Les roches moutonnées ne reparaissent, du côté du Valais, qu'à plusieurs lieues du col, près du Roth-Horn, à une hauteur de 8 à 9000 pieds (2600 à 3000 mètres).

» M. Escher de la Linth a poursuivi le même phénomène dans les Alpes Pennines, et a trouvé la limite des *roches moutonnées* d'une régularité et d'une continuité frappantes le long du Geispfad, qui va du Messerthal dans le Devertsul. La roche est ici de la serpentine, tandis que c'est du gneiss aux glaciers supérieur et inférieur de l'Aar. »

Note de M. ÉLIE DE BEAUMONT.

« Ayant remonté la vallée de l'Aar et traversé le col du Grimsel le 20 août 1838, j'ai été frappé, de mon côté, de la grandeur de l'échelle sur laquelle les surfaces polies et arrondies se déploient dans cette partie des Alpes. Je crois devoir extraire des notes que j'ai prises sur les lieux, quelques détails qui pourront contribuer à faire mieux concevoir le phénomène.

» La route qui conduit du lac de Brienz au Valais remonte le long de l'Aar jusqu'au Grimsel; mais ici elle quitte cette rivière qui fait un coude considérable et qui descend des glaciers qui l'alimentent dans une toute autre direction. Avant de monter à l'hospice du Grimsel, on passe une dernière fois l'Aar sur un pont de pierre qui conduit sur sa rive droite. Immédiatement après le pont commence le sentier raccourci qui conduit à l'hospice; en face de ce raccourci le flanc gauche de la vallée de l'Aar, très-rapide dans sa partie inférieure, est composé de surfaces rocheuses arrondies en forme de sacs de laine (*roches moutonnées*). Ces surfaces présentent des cannelures et des stries qui *se croisent sous des angles de quelques degrés*, et ce qu'il y a ici de singulier, c'est qu'une grande partie de ces cannelures et de ces stries paraissent *aller en remontant vers la partie inférieure de la vallée*.

» L'hospice est situé au bord d'un petit lac dont le niveau se trouve à une certaine hauteur au-dessus de celui l'Aar, et qui est divisé en deux parties presque séparées.

» Au-dessus de l'hospice et du lac, vers le N. N. E., entre le lac et l'Aar, s'élève un mamelon de gneiss à surfaces arrondies en forme de sacs de laine (*roches moutonnées*).

» On monte de l'hospice vers le col du Grimsel au milieu de grandes surfaces polies sur lesquelles ruissellent des filets d'eau qui n'y ont produit, jusqu'ici, aucune dégradation sensible. Le plan du col est un champ de grandes surfaces polies: elles s'élèvent encore de part et d'autre du col, jusqu'à une certaine hauteur.

» En montant au col on voit des surfaces polies du même genre se dessiner d'une manière extrêmement frappante sur les bases de toutes les montagnes qui entourent l'élargissement que présente la vallée de l'Aar à l'endroit où elle se coude et qu'on peut appeler le *bassin du Grimsel*. Elles paraissent s'y élever à peu près à la même hauteur que sur les deux côtés du col, et leur limite s'y dessine même avec plus de netteté, particulièrement sur le cap qui forme la rive gauche de l'Aar au nord de l'hospice et

autour duquel tourne cette rivière. Les roches dentelées qui constituent les cimes de ce cap ne sont nullement arrondies, mais les surfaces arrondies s'étendent depuis le lit de l'Aar jusqu'à leur pied, sur une hauteur que j'ai cru pouvoir estimer à la vue de 4 *à* 500 *mètres*. C'est à ce point que vient aboutir la limite supérieure des *roches moutonnées* dont M. Desor décrit ci-dessus le prolongement jusqu'à une lieue du col d'Ober-Aar.

» Le lac à l'issue duquel se trouve l'hospice du Grimsel est pour ainsi dire sur le point de verser ses eaux dans l'Aar par l'extrémité opposée; il n'y a là qu'un seuil très-peu élevé. Lorsqu'on regarde le bassin du Grimsel des pentes qui conduisent au col, il est visible que la voie suivie par le convoi mystérieux des blocs erratiques a eu ici une double ligne de fond, d'un côté le lit du lac et de l'autre le lit de l'Aar plus étroit et plus enfoncé. Le point où les sillons erratiques vont en remontant, près du pont de l'Aar, correspond précisément à l'endroit où le *véhicule erratique* a rencontré un obstacle dans le mamelon de gneiss, situé au N. N. E. de l'hospice, qui sépare les deux *talweg* et a dû éprouver une modification dans son mouvement avant de *tourner* et peut-être même de *tournoyer* dans le *coude élargi en forme de bassin* que présente la vallée. »

M. Morin fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de faire paraître sous le titre de « *Expériences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes.* »

« Cet ouvrage contient l'ensemble de toutes les expériences que l'auteur a exécutées sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercèrent sur les routes pendant les années 1837, 1838, 1840 et 1841. La plus grande partie de ces résultats a été soumise à l'examen d'une Commission nommée par l'Académie, et qui a fait un Rapport favorable. Mais depuis cet examen, M. Morin a joint à ses premiers Mémoires la discussion des expériences nouvelles qu'il a été chargé d'exécuter en 1841 par le Ministère des Travaux publics.

» Le but spécial de ces dernières recherches était de déterminer expérimentalement les chargements qu'il convient de laisser porter à des voitures à roues de dimensions diverses pour que le transport d'un même poids de matière par ces différents véhicules produise les mêmes dégradations sur les routes en empierrement. Il s'agissait, en un mot, de trouver les poids que l'on peut appeler *chargements d'égales dégradations* pour des largeurs des jantes et des diamètres différents des roues.

» C'est ce que l'auteur est parvenu à obtenir, en comparant les dégra-

dations produites sur les routes soumises à l'expérience par des voitures diversement chargées et proportionnées par la mesure de l'intensité du tirage et par celle des matériaux employés à réparer les ornières produites.

» Sans entrer dans le détail des expériences, on se bornera à dire que les chargements d'égales dégradations ont été obtenus dans chaque série d'expériences pour les largeurs extrêmes des bandes égales à $0^m,12$ et $0^m,07$, soit pour des chariots, soit pour des charrettes, et pour des diamètres de $1^m,00$ et $1^m,30$ à l'avant-train, et de $1^m,65$ et $2^m,00$ au train, de derrière pour les chariots et pour ceux de $1^m,65$ et $2^m,00$ pour les charrettes.

» De ces expériences, l'auteur a conclu des tableaux des chargements d'égales dégradations pour les voitures, selon leur espèce et les proportions de leurs roues.

» Outre ces expériences, l'auteur en rapporte d'autres qui ont eu pour objet de comparer entre elles, sous le rapport de la facilité des transports, les routes de Paris à Amiens, à Nancy et au Mans, sur toute leur étendue, à l'aller et au retour. A l'aide du dynamomètre à compteur, on a obtenu, soit pour toutes les journées d'étape, soit pour telle fraction de route qu'on a voulu, la quantité de travail développée par les chevaux attelés à un fourgon ordinaire de roulage.

» Ces expériences, exécutées en septembre et octobre dernier, à la fin de la belle saison, ont signalé, dans l'état des routes entretenues avec des matériaux de bonne qualité, des différences telles que dans certaines parties bien entretenues le tirage n'était que $\frac{1}{36}$ et même $\frac{1}{45}$ du poids total transporté, tandis que dans d'autres il s'élevait à $\frac{1}{21}$, c'est-à-dire au double. De telles différences montrent quelle est l'influence des bonnes méthodes d'entretien sur l'état des routes et quel tort immense on cause à l'industrie quand on ne les emploie pas.

» L'auteur en conclut qu'il ne suffit pas de faire des lois, de réglementer l'industrie des transports, et qu'il faut en même temps s'efforcer d'amener graduellement les routes à toute la perfection dont elles sont susceptibles et dont elles sont encore si loin pour la plupart. »

M. E. Robert, à l'occasion d'une communication récente de M. Bailly sur les rapports qui existent entre les produits du puits artésien de l'hôpital militaire de Lille et les mouvements de la marée, écrit qu'il a eu occasion, pendant son séjour en Islande, d'observer plusieurs phénomènes du même ordre : ainsi près de Buder, sur la côte occidentale, il existe des sources

d'eau douce qui montent et descendent suivant le flux et le reflux de la mer. Il y a même, d'après Olafsen et Paulsen, dans le district de Skoga-Fiördur, des sources thermales dont les orifices sont toujours à sec aux époques des plus basses marées. Enfin plusieurs voyageurs ont pensé que le grand Geyser, quoique éloigné d'une quinzaine de lieues environ de la mer, serait en communication avec elle.

Quoique les faits sur lesquels on se fonde pour soutenir cette dernière opinion ne paraissent pas à M. Robert être bien concluants, il pense cependant qu'il serait intéressant de vérifier si les éruptions du geyser, qui offrent une certaine périodicité, ne seraient pas en rapport avec les marées. Une des personnes qui étaient attachées à l'expédition du Nord, M. Anglès, doit retourner prochainement en Islande et se chargerait volontiers de faire à ce sujet les observations que lui indiquerait l'Académie.

Une Commission, composée de MM. Arago et Babinet, est chargée d'examiner s'il y a lieu de donner à M. Anglès quelques instructions à ce sujet.

Deux communications, l'une de M. **Ducis**, *sur l'état de l'atmosphère à sa limite;* l'autre de M. l'abbé **Faton**, *sur la théorie de l'écoulement des fluides*, ont donné lieu à une discussion détaillée.

A quatre heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à cinq heures et demie. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; semestre 1842, n° 10, in-4°.

Recherches physiques sur la Force épipolique; par M. DUTROCHET; 1842; -8°.

Nouvelles Annales des Voyages; février 1842; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; janvier 1842; in-8°.

Annales des Sciences géologiques; par M. RIVIÈRE; février 1842; in-8°.

Du Strabisme et de son traitement; par M. BOINET; Paris, 1842; in-8°.

Mémoire sur le Phosphate ammoniaco-magnésien; par M. GUIBOURT; Rouen, 41; in-8°.

Lettre sur la race de Bêtes à laine anglaises, dite de New-Kent, et sur ses oisements avec plusieurs races françaises; par M. MALINGIE-NOUEL; 1842; in-8°.

Développements sur plusieurs points de la Théorie des perturbations des Planètes; r M. LE VERRIER; n° 1 et 2.

Communication verbale sur la ptérologie des Lépidoptères; par M. LEFEBVRE. xtrait de la *Revue zoologique*, publiée par *la Société Cuviérienne.*) In-8°.

Mémorial encyclopédique; décembre 1841; in-8°.

Lettre à MM. les Membres des Académies royales de Médecine et des Sciences Paris; par M. BONHOURE; Roissy près Gonesse; brochure in-8°.

L'Agriculteur praticien; mars 1842; in-8°.

Le Technologiste; mars 1842; in-8°.

Histoire naturelle, générale et particulière des Insectes névroptères; première onographie, famille des Perlides; par M. PICTET; 6e livr.; in-8°.

Illustrationes plantarum orientalium; par M. le comte JAUBERT et M. ED. ACH; 1re livraison; février 1842; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 442; n-4°.

Saggio... *Essai sur la réalité de la science humaine; par* M. V. DE GRAZIA; ol. I; Naples, 1839; in-8°.

Il Filocamo, journal médico-scientifique, et journal d'éducation; tom
n° 3; in-4°; Malte.

Revista... *Revue de l'Espagne et de l'Étranger; par* M. F.-G. Mc
feuilles 10 à 12; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 11.

Gazette des Hôpitaux; n° 29—31.

L'Écho du Monde savant; nos 711 et 712.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 245.

L'Examinateur médical; n° 11.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« Après la lecture du procès-verbal, M. **Libri** reproduit les observations qu'il avait cru devoir faire dans la dernière séance, et qui n'ont été mentionnées ni dans le *Compte rendu*, ni dans le procès-verbal. M. Libri rappelle que n'ayant pas assisté au comité secret où la section d'Astronomie a demandé que l'on ajournât la nomination à la place vacante par suite du décès de M. Savary (comité dans lequel, comme on le sait, ne se trouvaient qu'un petit nombre de membres de l'Académie), il a dû s'informer auprès de ses confrères de ce qui s'était passé. Les personnes qu'il a interrogées à ce sujet lui ayant répondu qu'on avait voté sur l'ajournement indéfini, il a cru devoir provoquer quelques explications à cet égard; et il est heureux d'apprendre que les renseignements qu'on lui avait donnés n'étaient pas parfaitement exacts, et que, dans le délai voulu par les réglements, l'Académie sera appelée à décider de nouveau s'il y a possibilité de remplacer M. Savary.

» A propos de ces observations, M. Arago a avancé que M. Libri *inculpait* l'Académie d'avoir voulu violer le réglement. M. Libri demande qu'on ne déplace pas ainsi la question, et qu'on ne cherche pas à donner le change

à l'opinion. Ses observations ne tendent nullement à inculper l'Académie, elles ont un tout autre but, qu'on saisira facilement. Parfois, sans violer expressément le réglement, on le fait taire, on le laisse dormir. Pour ne pas sortir du cas actuel, il suffira de rappeler que, d'après le réglement, un mois après la notification d'une vacance, l'Académie doit délibérer sur la question de savoir s'il y a lieu ou non à procéder au remplacement, et que pourtant, après la mort de M. Savary, on a laissé passer plus de six mois avant de procéder à cette délibération.

» M. Libri fait remarquer aussi que, contrairement aux usages de l'Académie, la délibération dont il s'agit n'a pas été mentionnée dans le *Compte rendu* de la séance du 7 mars 1842, rédigé par M. Arago. Ce sont toutes ces circonstances qui ont motivé les observations de M. Libri. »

« M. **Arago** déclare ne point s'opposer à l'insertion au procès-verbal des observations de M. Libri, pourvu que cet académicien veuille bien se charger de les rédiger lui-même. M. Arago ne voit, en effet, aucun motif sérieux, aucun prétexte qui puisse légitimer une réclamation. Le réglement est clair et formel : six mois après un ajournement, l'Académie doit délibérer de nouveau. Il était complétement inutile de le rappeler. Prétendre qu'on a entendu voter un *ajournement indéfini*, c'est inculper l'Académie; c'est lui supposer très-gratuitement l'intention arrêtée de violer son réglement. M. Arago ne suivra pas M. Libri sur ce terrain.

» M. le Président clot le débat en remarquant que tout, dans la délibération de l'Académie, a été parfaitement régulier, parfaitement conforme aux réglements et aux usages. »

M. **Ad. Brongniart** présente, de la part du prince de **Salm-Dyck**, la quatrième livraison de sa *Monographia generum Aloes et Mesembryanthemi*, ouvrage accompagné des figures de toutes les espèces de ces deux genres.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un moulin à vent se gouvernant lui-même, inventé et exécuté par* M. **A. Durand**.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Séguier rapporteur.)

« L'appareil sur lequel nous appelons aujourd'hui votre attention n'est pas le fruit nouvellement éclos d'un cerveau inventif, c'est l'œuvre persé-

vérante d'un constructeur habile qui n'a désiré obtenir pour sa machine le haut témoignage de votre approbation qu'après lui avoir fait subir pendant de longues années la rude épreuve d'une expérience pratique.

» Avant de vous faire la description de l'ingénieux moulin de M. Amédée Durand, nous croyons devoir énoncer sommairement le but qu'il s'est proposé.

» Frappé de l'abandon qu'on semblait faire généralement de la plus économique des forces motrices, la puissance du vent, M. Amédée Durand en a recherché les causes; il pense les avoir trouvées dans l'inégalité de ce moyen d'action, dans l'extrême difficulté d'en régler l'application. Le vent souffle trop ou trop peu, parfois même il ne souffle pas du tout; l'énoncé le plus bref des inconvénients inhérents à cette force motrice, c'est d'exposer celui qui s'en sert à ces trois alternatives : trop de force, pas assez de force, pas de force du tout; trouver le moyen de se débarrasser de l'excès de la force, tirer tout le parti possible de cette force lorsqu'elle faiblit, c'est presque faire disparaître deux des trois inconvénients que nous venons de signaler ; une étude pratique a bientôt prouvé que le dernier même de ces inconvénients, l'absence de vent, la durée du calme plat, dont il semblait impossible de triompher, car comment d'une puissance nulle faire une force motrice utile, était beaucoup plus restreint qu'on ne l'avait jusqu'ici supposé.

» Nous sommes fondés à raisonner ainsi sur des expériences dont les résultats ont passé sous nos yeux, que nous avons été à même de contrôler et de vérifier, et qui nous ont donné la conviction que les moulins dont nous allons avoir l'honneur de vous entretenir tournent moyennement seize heures sur vingt-quatre.

» Les solutions que M. Amédée Durand s'est efforcé d'atteindre sont les suivantes :

» 1°. Construire un appareil capable de recueillir aux moindres frais possibles la force utile du vent;

» 2°. Approcher le plus possible de la régularité de marche en affranchissant la machine de toute surveillance, soit pour son entoilure, soit pour son orientation ;

» 3°. Obtenir la plus grande somme de travail dans un temps donné en maintenant constamment le moulin dans le vent sous son maximum d'entoilure;

» 4°. Réaliser les effets utiles avec une machine d'une construction simple, économique, de réparation facile, portant en elle-même des conditions de

durée, n'exigeant aucune surveillance spéciale. En somme, M. Amédée Durand s'est proposé la construction d'un moulin qui utilisât la force du vent dans tous les degrés où elle se développe, qui pût se mouvoir sous l'impression du vent le plus faible, tout en restant capable de résister au vent le plus fort, sans s'écarter d'un maximum de vitesse susceptible d'être réglé d'avance; enfin il s'est efforcé de doter l'agriculture et l'industrie d'une machine qui prît constamment au vent la totalité de sa force utile en se suffisant à elle-même dans toutes les circonstances atmosphériques. Décrire fidèlement le moulin soumis à votre examen, sera vous faire successivement connaître comment les problèmes posés ont été résolus.

» Le moulin de M. Amédée Durand est du genre de ceux qui reçoivent le vent par derrière; cette disposition a été adoptée de préférence comme celle qui fournit la méthode la plus simple, la plus sûre, d'une bonne et constante orientation.

» Un support en forme de T porte l'arbre moteur et sert de pivot à tout le système pour l'orientation. A l'une des extrémités de l'arbre sont les ailes; la manivelle qui transmet l'effort est fixée à l'autre extrémité. L'action du vent, en frappant les ailes par derrière, s'exerce sur un point situé au delà du centre de pivotement de tout le système; le support de l'arbre, en cédant à l'impression du vent sur les ailes, place l'arbre auquel elles sont fixées dans une direction parallèle avec le courant d'air; les ailes se trouvent ainsi constamment maintenues à angle droit avec le vent, changeant de position à mesure qu'il varie lui-même d'incidence pour reprendre toujours la position à angle droit, la seule où la force d'impulsion se faisant équilibre à elle-même sur toutes les ailes, ne leur permet plus qu'un mouvement de rotation autour de leur axe commun.

» Les ailes sont au nombre de six, dont chacune présente dans son ensemble un triangle acutangle de $1^{m},50$ de base sur $2^{m},50$ de hauteur; l'envergure totale est de $6^{m},90$, celle de la partie entoilée de $6^{m},30$; les surfaces sont composées de toile commune, comme dans les moulins anciens, mais avec cette différence qu'elles sont fortement tendues dans tous les sens et ne présentent dès lors aucun pli qui s'oppose au glissement du vent; elles ne sont pas non plus supportées, comme à l'ordinaire, par des châssis en forme d'échelle, elles sont tout simplement attachées à la manière des voiles de vaisseau. Il résulte de cette disposition que trois morceaux de bois sans tenons ni mortaises, savoir, une antenne, une vergue et une pièce diagonale dite *livarde,* forment seuls, avec deux légères éclisses, tout le bâti d'une aile; cette combinaison offre les moyens de manœuvre pour

soustraire les ailes à la trop grande violence du vent dès qu'il en est temps et dans la seule proportion convenable pour continuer une marche régulière. L'installation, que nous allons décrire, a pour but de mettre en relation constante la surface des ailes avec la force du vent, afin d'obtenir une quantité moyenne d'action sensiblement uniforme, malgré les variations dans la puissance à laquelle cette action est empruntée.

» La manœuvre qui permet aux ailes de se soustraire à la violence du vent pendant les ouragans, sans cesser jamais de recueillir la force convenable pour que le moulin continue à produire son maximum d'effet, n'est pas sans analogie avec ce qui se pratique en marine. On sait que pour qu'une voile s'efface au vent il faut filer l'écoute, c'est-à-dire laisser tourner autour du mât la vergue qui supporte la voile en mollissant le cordage qui retient l'extrémité de la vergue : la voile arrive ainsi à la position d'un drapeau qui se place toujours parallèlement au courant d'air dont il subit l'influence; c'est un effet semblable qui est opéré dans le moulin dont nous vous entretenons; le résultat est néanmoins obtenu par un stratagème tout différent.

» Qu'on suppose une barque s'avançant sous l'action d'un vent arrière gonflant une voile tendue sur une vergue fixée à un mât : si pendant la marche de la barque la vergue venait à rencontrer par l'une de ses extrémités un point fixe, on la verrait tourner autour du mât pour se placer parallèlement à la longueur de la barque; la voile ainsi effacée cesserait d'être une cause d'impulsion : ce mouvement est précisément celui qui s'opère dans les ailes de l'ingénieux moulin de M. Amédée Durand. Les ailes, mieux appelées les voiles, sont tendues chacune sur une vergue fixée à une antenne. Toutes les antennes sont implantées dans un moyeu commun; le moyeu peut glisser sur l'arbre qui le porte et l'entraîne malgré cette possibilité de glissement. Chaque voile est encore traversée diagonalement par une livarde unie avec l'un des bouts de la vergue par l'une de ses extrémités, tandis que l'autre est liée à l'arbre même chargé de tout l'appareil récepteur. On comprend dès lors qu'il suffit d'un changement de relation entre le moyeu qui porte les antennes et l'arbre au bout duquel toutes les livardes sont amarrées, pour faire effacer les voiles. Cet effet est le résultat de la direction imprimée à la vergue par la livarde poussée par l'antenne qui se déplace en prenant sur elle un point d'appui : pour mieux caractériser cette manœuvre, disons que, dans ce cas, pour larguer la voile ce n'est plus l'écoute qui est filée, c'est le mât au contraire qui change de place.

» La position du moyeu sur l'arbre est réglée dans la construction de manière que les ailes offrent toutes leurs surfaces tant que l'action du vent

multipliée par leur superficie totale est inférieure à la pesanteur d'un contre-poids qui tend constamment à les ramener à cette position normale; dès que l'équilibre entre la pression du vent sur les ailes et la pesanteur du contre-poids est détruit par la trop grande violence du vent, le contre-poids est soulevé, le moyeu se déplace sur l'arbre, le pivotement des livardes autour des antennes efface les voiles d'une quantité suffisante pour permettre une continuité de mouvement sans accélération sensible. Le poids, par son action incessante, ramène constamment les ailes à leur position normale; il empêche ainsi le moulin de s'arrêter tout court pendant ou après un violent coup de vent qui aurait fait complétemment effacer les ailes. On conçoit, par suite de ces dispositions, combien il est facile de régler *à priori* la vitesse du moteur, puisqu'il suffit d'opposer à l'action du vent qu'on veut utiliser un poids correspondant au maximum d'impulsion qu'on désire obtenir.

» Le système d'ailes mobiles sur elles-mêmes devait être supporté à peu de frais à une hauteur suffisante pour aller prendre le vent au-dessus des obstacles qui pouvaient en arrêter l'effet utile. M. Amédée Durand a rempli cette condition en échafaudant son arbre moteur sur l'extrémité d'une pyramide dont quatre pièces de bois forment les arêtes; il suffit de prolonger les pièces de bois pour qu'elles atteignent toutes les hauteurs voulues sans nuire à la solidité de la construction, les rapports de base et de hauteur restant les mêmes.

» Il importe de faire remarquer sous le rapport de l'économie que ces pièces de bois, tout en formant les points d'appui du moulin, peuvent encore recevoir une autre destination utile, en devenant la charpente d'une construction agricole obtenue par la seule addition de cloisons ordinaires.

» La puissance de ces moulins est attestée d'une manière authentique par le procès-verbal de réception du moulin communal de Villejuif. M. l'ingénieur des ponts-et-chaussées Homberg constate que, par un vent moyen, le moulin fourni par M. Amédée Durand à cette commune, élevait d'une profondeur de 15 mètres trois litres d'eau par coup de piston; le nombre des coups de piston était de trente à la minute. Il est bon de faire remarquer que cette évaluation est moins celle de la force réelle du moulin que celle de son produit en eau élevée par l'intermédiaire d'une pompe. Si l'on fait la somme du travail de ce moulin pendant 44 heures, on voit qu'il pourrait, en supposant un vent moyen constant pendant cette durée de service, élever d'une profondeur de 15

mètres, une masse d'eau égale à 129,600 litres. Le travail équivaut à 1,944,000 litres élevés de la profondeur de 1 mètre dans le même temps; une telle masse d'eau répartie sur le terrain couvrirait sur 1 centimètre d'épaisseur une surface de plus de 19 hectares. Ce moulin a déjà fourni un service régulier de plus de cinq années, et n'est pas le seul ayant donné des résultats analogues. M. Amédée Durand en a placé à Vanvres, à Châtenay, à Meudon, à Neuilly-sur-Marne, à Brie-Comte-Robert. D'autres encore, sur des points plus éloignés de la capitale, supportent également avec succès depuis plusieurs années les chocs du vent; un certificat, dressé par le maire et les conseillers-municipaux de Villejuif, établit que, depuis son érection, le moulin de leur commune a supporté, sans avarie, les plus violents coups de vent; il a résisté notamment dans le cours de 1839 à des ouragans qui causèrent cette année de déplorables sinistres; il résulte de ce document que l'entretien de ce moulin se borne au renouvellement de la toile de ses ailes, et à la petite quantité d'huile nécessaire pour graisser ses frottements métalliques peu nombreux; la plupart des pièces dont il se compose, étant articulées avec du cuir, n'ont besoin d'aucun graissage. La dépense annuelle pour ces divers objets n'a jamais jusqu'ici dépassé la très-modique somme de 35 francs.

» Les avantages que présentent les petits moulins à six ailes s'orientant d'eux-mêmes, réglant seuls leur entoilure, sont incontestables quand on les compare aux moulins ordinaires; ils proviennent évidemment de ce qu'ils n'éprouvent aucun chômage pour le réglage de leur entoilure, et que suivant d'eux-mêmes les variations d'incidence du vent, ils se maintiennent toujours, sans attendre le fait d'un surveillant, dans la meilleure condition d'action: la faculté qui leur est propre d'effacer leurs ailes sous l'impression d'un vent trop violent leur permet de porter toujours, sans imprudence, leur maximum d'entoilure; ils sont aussi toujours prêts à se mouvoir au moindre vent à cet égard, grâce à la légèreté et à l'exiguité de toutes leurs parties; ils sont dans des conditions bien plus favorables que les autres grands moulins, dont les lourds organes ne peuvent recevoir d'impulsion que d'un vent continu et suffisamment puissant. Toujours entoilés en maximum, ces nouveaux moulins obéissent à la moindre impulsion; la somme de toutes leurs actions successives, lorsque le vent faible ne souffle que par intermittence, présente encore un certain travail utile, alors que les autres moulins de construction ordinaire n'ont pu même sortir de leur inaction.

» Si par des vents modérés ils jouissent d'une réelle supériorité, leur

triomphe est bien plus complet par les vents violents, portant en eux-mêmes dans le contre-poids qui ramène leurs ailes au vent la mesure et la force qu'ils lui empruntent; leur maximum de vitesse est toujours réglé en vue du produit et sans égard pour le vent. Dans de telles occurrences, les grands moulins ne peuvent exposer que des surfaces assez réduites pour que dans ses plus grands écarts la violence du vent ne puisse les briser.

» Le risque d'une altération des produits par un excès de vitesse, oblige de les tenir constamment très-éloignés du maximum qu'ils pourraient atteindre; ainsi, alors qu'ils pourraient faire sans inconvénients quatorze tours par minute, n'en font-ils généralement que neuf ou dix; une fois leur toile réglée, la limite de vitesse pour les grands moulins est dans le vent; les meuniers sont astreints à une extrême prudence, à une continuelle prévoyance, s'ils veulent éviter que leurs moulins ne s'emportent. Dans les moulins de M. Amédée Durand, la limite est dans le contre-poids, aussi peuvent-ils en toute sécurité tourner, abandonnés à eux-mêmes, comme des êtres intelligents doués du sentiment de leur conservation.

» Les petits moulins n'éprouvent aucun chômage, ni pour leur orientation, ni pour le réglage de leur toile; ils puisent encore dans ces propriétés une augmentation de travail utile dont les grands moulins sont privés, non-seulement pendant le temps employé à réduire leur toile dans une prévision d'augmentation dans la force du vent, mais le plus souvent par le fait du ralentissement qui suit cette diminution d'entoilure, lorsque la bourrasque, supposée à la vue de quelques nuages, n'a été qu'une vaine appréhension.

» C'est de l'ensemble de toutes ces circonstances que résultent les incontestables avantages des petits moulins de M. Amédée Durand, comparés aux autres moulins ordinaires; et, sans accepter entièrement l'assurance donnée par l'un des propriétaires de ces moulins, qui soutient qu'à Autun sa machine travaille vingt heures sur vingt-quatre, il nous est permis d'affirmer que moyennement la durée de leur action s'élève jusqu'à seize heures sur vingt-quatre, c'est-à-dire au double du travail des moulins ordinaires. Et si Coulomb, dans ses considérations sur la puissance du vent, estime que la durée d'action d'un tel moteur n'est guère que de huit heures sur vingt-quatre, c'est qu'il apprécie la durée de la puissance par la somme du travail, considérant le problème dans les solutions alors existantes, c'est-à-dire qu'il assigne une telle limite à la durée du vent, non pas en la mesurant directement, mais en la déduisant du travail des

moulins ; n'oublions pas que les machines qu'il prend pour base de ses calculs, pour être préparées à subir sans avaries toutes les augmentations possibles dans la force du vent, ne peuvent porter qu'une surface de toile restreinte, qu'elles sont exposées à de fréquents chômages et pour leur orientation et pour le réglage de leur toile; qu'elles tournent enfin la plupart du temps dans des conditions d'orientation qui ne sont pas les plus favorables.

» La perfection à laquelle M. Amédée Durand a amené ses moulins est le résultat d'un long et persévérant travail : la solution du problème intéressant d'un moulin se réglant, s'orientant lui-même, a été pour lui, depuis longues années, l'objet d'incessantes recherches; avant d'arriver à la construction qu'il vous soumet avec cette confiance que donne une expérience longtemps prolongée, il en avait expérimenté d'autres moins parfaites pendant plus de treize années : c'est donc sur le mérite d'une œuvre consciencieusement étudiée que vous avez à prononcer; aussi nous n'hésitons pas, messieurs, à vous proposer de lui accorder votre complète approbation. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

CHIMIE. — *Rapport sur plusieurs communications de* M. le docteur **Leroy d'Étiolles**, *relatives à la dissolution des concrétions urinaires.*

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Pelouze rapporteur.)

« Les tentatives de guérison de la pierre par des boissons et d'autres remèdes internes remontent à une époque fort ancienne; cette guérison, regardée comme impossible par les uns, considérée par les autres comme facile et définitivement acquise à la médecine, a été traitée, d'après un point de vue intermédiaire, par quelques observateurs qui, sans nier la possibilité de la dissolution ou de la désagrégation des calculs urinaires, regardent ces cas de guérison comme fort rares et n'ayant pas été, pour la plupart, suffisamment démontrés.

» Parmi les médecins qui partagent cette manière de voir, il en est un surtout, M. Leroy d'Étiolles, qui a cherché à la faire prévaloir par un grand nombre de raisonnements et d'expériences. L'Académie, à laquelle il a présenté diverses communications sur cet objet important, nous a chargés, M. Gay-Lussac et moi, de lui en rendre compte.

» M. Leroy d'Étiolles rappelle qu'aux temps antérieurs à la connaissance de la nature chimique des calculs, le nombre des remèdes dits *lithontriptiques*, empruntés indistinctement aux trois règnes de la nature, était infini, et il ajoute que cette multitude même de panacées attestait suffisamment l'absence d'aucun dissolvant réel de la pierre, car s'il en eût existé un seul d'une efficacité bien démontrée, il serait resté dans la pratique comme toutes les choses bonnes et sanctionnées par l'expérience.

» Le plus célèbre de ces remèdes fut celui de mademoiselle Stephens; les coquilles d'œuf et le savon en formaient la base principale. Il fut accueilli avec une espèce d'enthousiasme en Angleterre, et la renommée le répandit rapidement en France. L'Académie des Sciences chargea Morand de lui faire connaître la valeur de ce dissolvant, dont le Parlement anglais venait de récompenser largement l'auteur.

» Le rapport de ce célèbre chirurgien, consigné dans les *Mémoires de l'Académie* pour les années 1740 et 1741, ne fut pas aussi favorable que celui des médecins anglais; parmi un grand nombre de cas d'insuccès, il n'admettait que quelques rares guérisons.

» Le nombre même de ces guérisons devint de plus en plus rare; les symptômes de la pierre reparaissaient chez des malades jugés guéris, et chez d'autres, tel que le ministre anglais Walpoole, des calculs étaient trouvés dans la vessie, après la mort.

» Le remède de mademoiselle Stephens, tant prôné à son origine, tomba peu à peu dans l'oubli, et à la place d'une dissolution désormais trop douteuse des calculs, dut succéder de nouveau l'opération plus sûre de la taille.

» A cette époque, la véritable nature des concrétions urinaires était encore inconnue : un traitement rationnel de la pierre était impossible.

» Plus tard, Scheele, Bergmann, Fourcroy, Vauquelin, Wollaston, Marcet, firent connaître la composition chimique des calculs de la vessie; leurs travaux réveillèrent de nouvelles espérances ; s'appuyant dès lors sur une base véritablement scientifique, quelques chimistes furent conduits à proposer de nouveaux agents de dissolution des calculs.

» Fourcroy et Vauquelin s'occupèrent beaucoup de ce sujet important. Témoins de l'extrême lenteur avec laquelle agissent les réactifs dans l'état où il est seulement possible de les employer, c'est-à-dire en dissolution dans une très-grande quantité d'eau, ils furent conduits par l'expérience à conclure que l'introduction des réactifs dans le corps humain, par les bois-

sons, serait insuffisante, et qu'il fallait les mettre en contact directement avec les calculs, à l'aide d'injections dans la vessie.

» De plus, ils conseillèrent de modifier la nature des dissolvants lithontriptiques d'après la composition des calculs : c'est ainsi que pour les phosphates et les oxalates, au lieu d'alcalis ou de sels alcalins particulièrement destinés à dissoudre l'acide urique, ils préféraient l'emploi des acides nitrique et hydrochlorique. Leurs moyens curatifs supposaient donc la connaissance de la nature de la pierre, puisqu'ils devaient varier avec la composition de celle-ci.

» Pour arriver à cette connaissance, ils proposaient de faire des injections et d'examiner chimiquement l'urine des malades et les liquides qui avaient servi à l'exploration des calculs. Mais, pour appliquer avec succès ces moyens d'ailleurs extrêmement délicats d'exploration et de guérison des calculs, il aurait fallu l'intervention de la chirurgie, et les hommes qui la cultivaient alors ne partageant pas sans doute les espérances des deux célèbres chimistes, ne tentèrent aucun essai sur l'homme vivant.

» Il y a quelques années, lorsque la lithotritie commença à devenir une opération fréquente, plusieurs médecins et chimistes publièrent des observations nouvelles sur l'efficacité des eaux minérales alcalines, non-seulement contre la gravelle, ce que l'on admet généralement, mais encore contre les véritables calculs qui, désagrégés ou dissous, disaient-ils, par l'usage de ces eaux, étaient ensuite expulsés naturellement de la vessie avec les urines.

» Cette assertion n'était pas neuve, il est vrai, mais elle revêtait, en quelque sorte, un caractère d'exactitude plus net, en s'appuyant sur les nouvelles données de la science, relativement à la nature chimique de ces eaux minérales et à celle des calculs.

» On affirma que le mucus qui sert de lien et en quelque façon de ciment aux calculs, ramolli par l'action des carbonates alcalins, permettait une dissolution ou une désagrégation rapide des concrétions de la vessie, alors surtout que celles-ci étaient composées d'acide urique. On crut également que les boissons alcalines avaient la propriété d'empêcher la formation de nouveaux calculs, et on en administra aux malades des quantités beaucoup plus considérables qu'on ne l'avait fait jusqu'alors.

» Toutefois, il faut le dire, on ne cita qu'un très-petit nombre de cas de dissolution de calculs proprement dits, c'est-à-dire de concrétions urinaires d'un volume un peu considérable. Le plus souvent on n'avait constaté ni la présence ni la grosseur de la pierre, et, si l'exploration avait été faite avant

le traitement, le malade, une fois soulagé ou guéri, se refusait à être de nouveau sondé.

» Nous ne parlerons pas de ces cures plus ou moins anciennes, et dont nous n'avons pas d'ailleurs été témoins; nous avons cru plus convenable de chercher les éléments de notre jugement dans des expériences et dans des observations faites par nous ou en notre présence.

» Ces expériences sont de deux ordres: les unes ont été faites au laboratoire, les autres sur des malades. Depuis deux ans nous n'avons pas pour ainsi dire interrompu nos tentatives de dissolution, et pendant ce long laps de temps nous avons recueilli des malades mêmes sur lesquels nous avons expérimenté, de nombreux renseignements qui auront nécessairement leur place dans la question importante de la dissolution des calculs.

» Les dissolvants lithontriptiques les plus employés, et dans lesquels les praticiens ont le plus de confiance, sont les bicarbonates alcalins. Les expériences faites au laboratoire nous ont appris que dans un grand nombre de cas l'action de ces sels s'exerce plutôt sur le mucus et les matières animales qui servent à souder entre elles les particules des calculs que sur ces calculs mêmes, fussent-ils composés d'acide urique. Le degré de dureté et de cohésion de la pierre apporte, bien plus que sa nature chimique, un obstacle à sa désagrégation ou à sa dissolution.

» Les carbonates alcalins attaquent avec une extrême lenteur les calculs d'acide urique, même alors que la dissolution est concentrée, et à une température de 40°. Quand ils sont décarbonatés, la dissolution fait des progrès incomparablement plus rapides, même alors que la dissolution est relativement beaucoup plus faible. Cette remarque n'est pas nouvelle: Scheele avait signalé la grande difficulté que présente la décomposition des carbonates alcalins par l'acide urique.

» Des expériences faites à l'une des sources de Vichy sur la dissolution d'un grand nombre de fragments de calcul, ont présenté des résultats semblables, et, sauf quelques exceptions, la dissolution a suivi la même marche pour les calculs de la composition la plus diverse. Nos résultats, à cet égard, sont sensiblement les mêmes que ceux obtenus, il y a quelques années, par M. le Dr Petit, qui les a consignés dans son ouvrage sur le *Traitement médical des calculs urinaires*.

» Une caisse percée de trous et divisée en un grand nombre de compartiments, a été abandonnée pendant deux mois dans une des sources de Vichy; elle renfermait de nombreux fragments de calculs. Tous ces fragments ont diminué de poids, souvent dans des proportions considérables,

mais aucun n'a été complétement dissous ni désagrégé ; tous présentaient encore un volume beaucoup plus considérable que le diamètre du canal de l'urètre, encore bien que chacun d'eux ne pesât pas plus de 10 grammes avant l'expérience.

» Nous n'insisterons pas davantage sur ces essais de dissolution des calculs dans les eaux de Vichy, parce que nous ne les considérons pas comme ayant beaucoup d'importance. Nous ferons seulement observer que le progrès de la dissolution, quoique très-lent dans ces eaux, est cependant plus marqué que dans des dissolutions de carbonates ou de bicarbonates alcalins; cela nous paraît tenir surtout à ce que les eaux thermales de Vichy laissent dégager sans cesse de grandes quantités d'acide carbonique qui agit mécaniquement sur les calculs, et tend en conséquence à hâter leur dissolution ou leur division.

» Les expériences de dissolution directe avec les réactifs et au laboratoire, ne pouvaient présenter quelque intérêt qu'en les multipliant beaucoup.

» Nous avons, pendant une année entière, abandonné des calculs urinaires nombreux et de composition diverse, au contact de dissolutions de carbonates et de bicarbonates de potasse et de soude contenant depuis 10 grammes jusqu'à 20 grammes de sel par litre d'eau. La température de ces liqueurs était le plus souvent celle du laboratoire, mais quelquefois nous l'élevions jusqu'à 35 et 40°. Aucun de ces calculs ne s'est dissous; quelques-uns paraissaient avoir conservé leur volume primitif. La perte qu'ils ont éprouvée a varié depuis le quart jusqu'à la moitié de leur poids.

» Plusieurs débris de calculs du poids de 5 grammes à 10 grammes, placés dans le fond d'un entonnoir de verre, ont été lavés, pendant trois mois consécutifs, avec 500 litres environ d'eau contenant un vingtième de son poids de carbonate de soude. Le volume de la plupart de ces fragments n'a pas diminué d'une manière bien sensible, mais tous sont devenus plus friables. La perte de poids qu'ils ont éprouvée a varié depuis 10 jusqu'à 60 centièmes.

» Des fragments très-petits, du poids de 2 décigr. à 1 gramme, résistent en général plus d'un mois à l'action de l'eau saturée de carbonate de soude et élevée à la température de 30 à 40°.

» La résistance de la plupart des calculs vésicaux à la dissolution est telle, que des débris de calculs de la grosseur d'une noisette ne sont désagrégés ou dissous qu'après plusieurs jours d'ébullition dans de l'eau contenant 60 grammes par litre de bicarbonate de soude.

» Nous avons substitué aux carbonates alcalins les borates de soude et de

potasse d'une part, et d'une autre part les acides nitrique et chlorhydrique : les mêmes difficultés se sont présentées dans la dissolution des calculs ; elles ont cependant paru un peu moindres avec le borax.

» Ces expériences montrent combien est longue et difficile la dissolution des calculs, même alors que les réactifs agissent sur eux en dehors de la vitalité. En faisant la concession la plus large possible aux dissolutistes, en admettant que la dissolution ne soit pas plus entravée dans la vessie que dans un vase inerte, que toute tendance à la production ou à l'accroissement des calculs cesse sous l'influence d'un régime alcalin, on voit combien de difficultés encore il y aurait à vaincre avant d'arriver à la dissolution.

» La seconde série d'expériences dont nous allons maintenant parler a été faite sur des malades. Elle offre par conséquent un intérêt beaucoup plus direct.

» La plupart de ces malades, avant de subir l'opération de la lithotritie, avaient essayé, pendant plus ou moins de temps, quelquefois pendant plusieurs années l'action dissolvante des eaux minérales alcalines ou celle des bicarbonates de potasse et de soude. On conçoit en effet que le calculeux ne se remet entre les mains des chirurgiens que lorsque l'espérance de voir sa pierre dissoute l'a abandonné.

» Nous ne voulons pas contester les heureux résultats que la thérapeutique peut retirer de l'usage des eaux alcalines, nous sommes également éloignés de nier tous les cas de dissolution signalés par quelques médecins ; mais ce qui nous semble hors de doute, c'est que très-fréquemment l'administration des remèdes alcalins ne produit point la dissolution des calculs vésicaux, et nous croyons que ceux-là se sont fait illusion, qui ont annoncé que des calculs volumineux avaient été dissous en quelques semaines ou même en quelques mois sous l'influence d'un régime alcalin.

» Non-seulement M. Leroy regarde le traitement alcalin par les boissons et les bains comme généralement insuffisant, mais il pense encore qu'on ne saurait impunément forcer les reins à sécréter une urine alcaline pendant des années entières. En cela il est d'accord avec quelques médecins, et en particulier avec M. Prunelle, inspecteur des eaux de Vichy. Ce médecin aperçoit même de tels inconvénients dans l'emploi à haute dose de ces eaux, qu'il n'hésite pas à déclarer les dangers à courir et les douleurs à éprouver beaucoup moindres en subissant la lithotritie.

» Mais nous ne voulons pas aborder cette question, qui est tout à fait en

dehors de notre compétence; nous nous bornerons à discuter les points qui sont particulièrement du domaine de la chimie.

» M. Leroy apporte contre le régime alcalin à haute dose ou plutôt il renouvelle une objection très-grave signalée par Marcet et par Proust, c'est que les phosphates terreux tenus en dissolution dans l'urine à la faveur des acides libres qu'elle renferme, doivent se précipiter par la neutralisation de ceux-ci, et donner parfois naissance à des calculs de phosphate et de carbonate de chaux et de magnésie.

» Ces cas se sont présentés, d'après l'auteur, chez des personnes atteintes de catarrhe vésical, chez lesquelles l'urine était altérée et retenue dans la vessie par un obstacle à son cours. Il ne les a pas remarqués dans d'autres circonstances, et, suivant lui, la diathèse phosphatique qui se manifeste alors est une suite même de l'état inflammatoire de la vessie.

» Le docteur Marcet cite, dans son ouvrage sur les affections calculeuses, un malade dans la vessie duquel la sonde avait indiqué un calcul; ce malade s'étant mis pendant un grand nombre d'années à l'usage des carbonates, le calcul, qui était formé d'acide urique, s'usa peu à peu sans toutefois se dissoudre; le malade rendait quelquefois des graviers phosphatiques, et à sa mort on trouva dans la vessie une partie du calcul d'acide urique avec plusieurs petites concrétions de phosphates terreux.

» Les changements qui ont lieu spontanément dans la nature de la sécrétion calculeuse pourraient bien être dus à une cause semblable; sous l'influence de l'urine devenue ammoniacale par suite de l'état inflammatoire de la vessie, la diathèse de la maladie change et les concrétions d'uriques qu'elles étaient, deviennent phosphatiques; de là ce grand nombre de *calculs alternants* qui, d'après le docteur Prout, forment plus du quart des concrétions urinaires.

» Quoi qu'il en soit, il est certain que plusieurs malades de M. Leroy, après avoir subi l'opération de la lithotritie et s'être vus débarrassés de calculs d'acide urique, s'étant mis à un régime fortement alcalin, dans l'espoir d'empêcher la formation de nouvelles concrétions, ont été atteints de nouveau par une affection calculeuse pendant laquelle se sont développés des calculs formés principalement de phosphates terreux; chez plusieurs de ces malades il s'est formé jusqu'à trois, quatre et cinq fois des calculs alternativement uriques et phosphatiques.

» Un malade de la vessie duquel M. Leroy avait extrait un volumineux calcul d'acide urique, se mit, un an après l'opération qu'il avait subie, à un régime fortement alcalin, qui lui fut conseillé pour combattre une vive

irritation de la vessie. Au bout de quatre mois il fut sondé par M. Leroy, qui lui trouva un nouveau calcul très-gros, mais très-friable, à cause sans doute de la rapidité avec laquelle il s'était formé : c'était du phosphate de chaux et de magnésie, mêlé d'une petite portion d'acide urique et de carbonate de chaux.

» Ces faits sont très-importants ; ils appellent toute l'attention des médecins sur l'action thérapeutique des eaux alcalines. Envisagés au point de vue des théories chimiques, ils trouvent une explication simple et naturelle dans la composition de l'urine.

» Nous terminerons ce que nous avons à dire des propriétés des boissons alcalines, en rappelant un fait qui a été signalé par plusieurs médecins et particulièrement par M. le docteur Prunelle. Il y a des malades qui, presque aussitôt après avoir été soumis au régime des eaux alcalines, rendent une quantité très-considérable de graviers et de poussière d'acide urique. Quelques-uns en rejettent avec leurs urines une quantité telle que, d'après M. Prunelle, si on voulait les supposer tous formés dans le rein, il faudrait que celui-ci eût une capacité plus grande que l'estomac. Nous ne regardons pas comme impossible que l'usage des eaux alcalines détermine chez quelques malades la sécrétion anormale d'une quantité considérable d'acide urique, et, si le fait que nous rapportons est exact, il n'est pas sans exemple en chimie. On sait que, dans un grand nombre de circonstances, la présence d'un alcali développe la formation des acides.

» Nous nous garderons bien de tirer des observations que nous venons de rapporter, la conclusion que les eaux minérales alcalines doivent être rejetées de la thérapeutique, soit dans le traitement de la gravelle, soit dans celui de la pierre.

» Nous répétons seulement, avec le docteur Marcet et avec un ancien membre de l'Académie, avec le célèbre Proust, et en nous appuyant sur plusieurs nouveaux faits observés par M. Leroy d'Étiolles, qu'il paraît bien certain que les boissons alcalines peuvent, dans quelques circonstances, déterminer des dépôts calculeux dans la vessie.

» Nous ajoutons en outre, mais ici c'est une simple hypothèse que nous faisons, que les *calculs alternants* sont peut-être le produit d'une sécrétion alternativement acide et alcaline.

» Puis, en dernier lieu, nous ne regardons pas comme impossible qu'un régime fortement alcalin sollicite une sécrétion anormale d'acide urique.

» Nous avons dit que l'action directe des réactifs sur les calculs, dans des vases inertes, ne se manifestait qu'avec une extrême lenteur, et nous avons

cru pouvoir conclure de nos expériences que la dissolution des calculs devait être encore beaucoup plus difficile dans la vessie chez l'homme vivant. Nous n'avons en conséquence tenté aucun essai sur des calculs entiers, nous avons préféré agir sur des débris laissés à dessein dans la vessie par l'opération non encore achevée de la lithotritie. Nous présumions bien que, dans ce dernier cas même, de graves difficultés nous attendaient.

» Aux voies lentes et détournées de l'absorption, nous avons préféré les injections et les irrigations dans la vessie, parce que d'une part rien ne vient ici entraver l'action chimique, et que d'une autre part on peut mettre en contact la pierre avec des quantités bien plus considérables de réactifs.

» Les substances dont nous nous sommes servis sont encore les carbonates et les bicarbonates alcalins, les alcalis caustiques, le borax, et les acides hydrochlorique et nitrique. Nous avons fait des dissolutions de ces diverses matières dans de l'eau distillée, et nous les avons employées en irrigations, à une température de 35 à 40°.

» A l'aide d'une sonde à double courant, nous avons introduit depuis 25 jusqu'à 250 litres de liquides dans la vessie des mêmes malades. Quelques-uns n'en ont éprouvé ni douleur, ni fatigue; chez d'autres, en plus grand nombre, la vessie s'irritait, et nous devions bientôt cesser les irrigations: une seule fois nous avons vu les débris de calcul disparaître et se dissoudre dans une eau contenant quatre à cinq centièmes de son poids d'acide nitrique. Ces débris étaient formés de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien mêlés avec une petite quantité d'acide urique.

» Plusieurs fois nous avons remarqué une diminution considérable de cohésion dans les calculs.

» Chez un malade dont la vessie était saine et peu irritable, nous employâmes de fortes irrigations d'eau alcaline contenant 15 grammes de bicarbonate de soude par litre d'eau. Nous savions que nous avions affaire à des débris de calculs d'acide urique; nous en avions déterminé la nature et mesuré le diamètre. Nous fîmes passer dans la vessie de ce malade 250 litres de liqueur tenant en dissolution 3 kil. 750 gram. de bicarbonate; malgré l'énorme masse de liquide qui avait ainsi lavé les fragments de calcul, le volume de ceux-ci n'avait pas diminué d'une manière sensible: seulement, à une très-grande dureté qu'ils présentaient avant l'expérience, avait succédé une friabilité telle qu'une très-légère pression de l'instrument suffit pour les briser dans la vessie.

» Dans la plupart des autres épreuves que nous avons tentées, les malades n'ont pu continuer les irrigations, ou bien celles-ci n'ont produit aucun ré-

sultat. Les débris de calcul ne paraissaient pas avoir subi la plus légère atteinte de la part des réactifs; ils n'avaient rien perdu de leur dureté ni de leur volume primitif.

» Les liquides qui avaient servi aux irrigations, examinés avec soin, ne contenaient que des proportions insignifiantes des éléments des calculs. La composition de ceux-ci, que nous avions soin de déterminer, nous dirigeait sur les meilleurs dissolvants à tenter.

» En somme, nous avons été peu satisfaits de nos tentatives de dissolution par le moyen des irrigations : le borax, qu'on a beaucoup recommandé, il y a peu de temps, comme un dissolvant plus énergique que les carbonates alcalins, ne nous a pas donné de meilleur résultat que ces derniers sels. Nous en dirons autant des autres réactifs que nous avons mentionnés ci-dessus.

» Quand des difficultés aussi grandes se présentent avec des débris de calculs de quelques millimètres de diamètre, on se demande s'il est vraiment permis d'espérer la dissolution de ces mêmes calculs lorsqu'ils sont entiers, compactes, volumineux, comme cela arrive souvent.

» Il y a quelque temps, on a annoncé en Angleterre que l'acide benzoïque pris intérieurement à la dose de quelques grammes, en mélange avec une faible dissolution de borax ou d'un carbonate alcalin, se décomposait en acide hippurique qu'on retrouvait dans l'urine. Nous avons été curieux de vérifier l'exactitude de cette assertion, mais les résultats auxquels nous sommes arrivés ont été négatifs. Nous n'avons pas trouvé dans les urines la plus faible quantité d'acide hippurique. Plusieurs fois nous avons observé que ces urines présentaient une odeur alcoolique agréable, dans laquelle personne ne pouvait reconnaître celle qui caractérise ordinairement cette sécrétion. Elles offraient en outre cela de particulier, qu'elles se conservaient pendant plusieurs jours sans aucune altération apparente.

» Les observations que nous avons mentionnées dans ce Rapport, les expériences qu'a faites M. Leroy d'Étiolles, celles que nous avons tentées nous-mêmes, seuls ou de concert avec lui, ne sont pas neuves pour la plupart; elles ont été indiquées plus ou moins explicitement par divers auteurs; mais M. Leroy d'Étiolles a fait preuve d'une grande persévérance et de beaucoup d'habileté en coordonnant ces observations, en les multipliant et en appelant de nouveau l'attention des médecins et des chimistes sur le traitement des maladies calculeuses.

» Cet habile chirurgien nous semble avoir bien fait ressortir l'exactitude des conclusions suivantes :

» 1°. Certains réactifs acides et alcalins exercent sur les concrétions urinaires une action destructive. Cette action porte moins encore sur les principes qui forment ces concrétions que sur la matière animale qui leur sert de lien. Elle est toujours très-lente, même en dehors de la vitalité.

» Elle peut être entravée par de nouveaux dépôts dont il faut sans doute reporter la production à la saturation des acides libres ou des sels acides de l'urine. Ces dépôts se réunissent quelquefois, acquièrent de la cohésion et constituent de nouvelles concrétions.

» 2°. Sans nier absolument la possibilité d'obtenir quelques guérisons, on peut dire, en thèse générale, que si la pierre n'est pas très-petite, il est probable qu'elle ne sera pas détruite par les réactifs agissant d'une manière indirecte, c'est-à-dire pris en boissons et en bains.

» 3°. L'action directe des réactifs introduits dans la vessie en injections et en irrigations est certainement plus puissante que celle qui s'exerce par les boissons et les bains, mais dans l'application on rencontre des difficultés et des entraves qui allongent le traitement au point de rendre son succès problématique, et la vitalité des organes dans lesquels il faut agir donne lieu quelquefois à des réactions, à des accidents inflammatoires dont le danger n'est pas, comme dans la lithotritie, suffisamment compensé par la rapidité de la destruction de la pierre.

» 4°. Il est évident que la combinaison de la lithotritie avec la dissolution serait favorable à cette dernière en multipliant les points de contact de la pierre avec les réactifs; mais en admettant qu'il y ait des circonstances auxquelles cette combinaison soit applicable, comme par exemple l'existence de cellules dans la vessie, ou tout autre vice de conformation, il serait peu convenable de l'adopter comme méthode usuelle, attendu que le premier morcellement de la pierre étant pour l'ordinaire ce qu'il y a de plus difficile et de plus pénible dans la lithotritie, abandonner celle-ci après que le principal obstacle est surmonté pour entrer dans une voie beaucoup plus longue et dont l'issue est moins connue, serait peu sage et peu rationnel.

» Telles sont les conclusions auxquelles M. Leroy d'Étiolles a été conduit. Nous croyons très-dignes d'intérêt les faits qui leur servent de base. Nous espérons qu'en montrant toutes les difficultés dont la dissolution des calculs est entourée, loin de décourager des tentatives dont le succès est si désirable, les observations de l'auteur appelleront de nouvelles recherches sur cette question importante.

» Nous avons l'honneur de proposer à l'Académie de remercier M. le

docteur Leroy d'Étiolles de ses communications, et de l'inviter à poursuivre ses recherches. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **J. Binet**, *relatif à la théorie de la variation des constantes.*

(Commissaires, MM. Poinsot, Sturm, Coriolis, Liouville rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés de lui faire un Rapport sur un Mémoire de M. J. Binet intitulé : *Mémoire sur la variation des constantes arbitraires dans les formules générales de la Dynamique, et dans un système d'équations analogues plus étendues.* L'auteur de ce Mémoire s'est proposé de simplifier et de généraliser une grande théorie que Lagrange a fondée, que M. Poisson a perfectionnée en quelques points, et dont M. Hamilton et surtout M. Jacobi ont tiré dans ces derniers temps un parti nouveau et inattendu. Les équations qu'il considère sont, quant à la forme, semblables à celles de la *Mécanique analytique*, mais la fonction particulière que Lagrange désigne par Z et qui lui sert à donner aux calculs toute la simplicité possible, se trouve maintenant remplacée par une fonction quelconque des variables dont elle dépend. M. Binet prouve que le principe des forces vives et celui de la moindre action ont ici encore leurs analogues. Les formules fondamentales pour la variation des constantes continuent aussi à subsister. En suivant en effet avec un peu d'attention l'analyse de Lagrange, on voit que cette analyse ne suppose à la fonction Z aucune forme particulière, en sorte qu'elle s'étend d'elle-même au cas où la fonction dont il s'agit cesse d'avoir la forme propre aux équations de la dynamique et prend une autre forme quelconque. Cette remarque néanmoins méritait d'être faite explicitement, et les géomètres sauront gré à M. Binet de l'avoir développée le premier.

» Quand on prend la variation des constantes pour point de départ dans la théorie des approximations successives, on est conduit à chercher les valeurs de certains coefficients qui dépendent des constantes et dont le calcul est fort long. M. Binet avait montré depuis longtemps dans ses leçons au Collége de France comment on peut abréger ce calcul : il reproduit dans le Mémoire dont nous rendons compte, son procédé qui a l'avantage de fournir en une seule fois tous les coefficients demandés et qui se rattache d'une manière très-heureuse à l'équation de la moindre action. Il examine ensuite certains cas particuliers dans lesquels les coefficients se réduisent soit à o,

soit à ± 1, de telle façon que les formules qui déterminent les perturbations des constantes devenues variables ne contiennent plus qu'un seul terme dans leurs seconds membres. On rapprochera avec intérêt les résultats obtenus par M. Binet de ceux que M. Jacobi a indiqués dans un de nos *Comptes rendus* (séance du 17 juillet 1837).

» Dans la dernière partie de son Mémoire, M. Binet traite une question intéressante dont M. Poisson s'était occupé sans en publier la solution. Il s'agit de résoudre le problème si connu du mouvement d'un corps attiré par un centre fixe, en partageant la force centrale en deux parties dont l'une soit considérée comme force principale et l'autre comme force perturbatrice. Comment la théorie de la variation des constantes appliquée à la détermination des effets dus à cette dernière force reproduira-t-elle les formules que d'après la marche ordinaire on aurait pu poser immédiatement? Rechercher ainsi dans un groupe de formules compliquées des résultats connus d'avance n'est pas sans utilité pour l'analyse. Le succès dépend en effet le plus souvent d'artifices délicats auxquels on est conduit par la connaissance même que l'on a *a priori* de la vraie forme du résultat final, et qui peuvent ensuite être appliqués à des problèmes d'un genre différent.

» Vos Commissaires pensent que le Mémoire de M. Binet mérite l'approbation de l'Académie et qu'il doit être inséré dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à l'élection d'un candidat pour la place de professeur adjoint à l'École de pharmacie de Montpellier (chaire de physique et de chimie). La liste présentée par les Sections réunies de Physique et de Chimie ne porte qu'un seul nom, celui de M. Manzini : aucune autre personne n'avait annoncé l'intention de se mettre sur les rangs pour la place vacante.

Le nombre des votants est de 41.

Au premier tour de scrutin, M. *Manzini* obtient 38 suffrages.

Il y a 3 billets blancs.

M. **Manzini**, ayant obtenu la majorité des suffrages, sera présenté à M. le Ministre de l'Instruction publique, comme le candidat de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches sur les acides métalliques; par* M. E. FREMY. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Dumas, Regnault.)

« En soumettant les acides métalliques à un examen général, j'ai trouvé de nouvelles combinaisons des métaux avec l'oxygène et obtenu de nouveaux sels remarquables par leurs belles formes cristallines. On peut diviser les acides métalliques en deux classes : dans la première se placent ceux qui résultent de la combinaison immédiate des métaux avec l'oxygène et qui se dissolvent à froid dans les alcalis; dans la seconde, les acides qui se forment lorsqu'un oxyde métallique est exposé à l'influence simultanée d'un alcali et d'un corps oxygénant.

» Les acides métalliques qui sont produits par ces deux procédés présentent dans leurs propriétés des différences essentielles. Les premiers sont en général stables et peuvent former avec les bases des sels bien définis et cristallisables; les seconds, au contraire, sont faciles à décomposer et perdent une partie de leur oxygène sous de faibles influences.

» Pour donner un exemple des acides de la première classe, j'ai choisi le dernier degré de combinaison de l'étain avec l'oxygène, qui a reçu le nom d'acide stannique; et pour caractériser les acides de la seconde série, j'ai étudié une nouvelle combinaison du fer avec l'oxygène, que j'ai nommée *acide ferrique*. En prenant pour exemple des acides métalliques appartenant à des métaux importants, j'ai voulu indiquer l'existence de combinaisons semblables pour les métaux moins connus.

» C'est par l'examen de l'acide ferrique que j'ai commencé. J'expose d'abord avec détail, dans mon Mémoire, les différents procédés que j'ai employés pour préparer les ferrates. Je démontre que l'on peut obtenir des combinaisons de l'acide ferrique avec les bases, par voie sèche et par voie humide. Les procédés par voie sèche reviennent tous à calciner du peroxyde de potassium avec du sesquioxyde de fer dans un vase qui n'exerce aucune action sur le ferrate. Le procédé par lequel on obtient le ferrate de potasse par voie sèche avec le plus de facilité, consiste à jeter sur de la limaille de fer que l'on a fait préalablement rougir, du nitre desséché et réduit en poudre; on doit employer 5 grammes de fer et 10 grammes de

nitre; on obtient ainsi une masse rougeâtre qui contient de grandes quantités de ferrate de potasse. J'ai préparé du ferrate de potasse par voie humide en mettant à profit les belles expériences que M. Berthier a faites sur l'action que le chlore exerce sur les oxydes métalliques. C'est en faisant passer du chlore dans de la potasse très-concentrée qui tient en suspension de l'hydrate de peroxyde de fer, que je produis le ferrate de potasse par voie humide. J'entre à cette occasion dans quelques détails sur l'action que le chlore exerce sur la potasse très-concentrée; je démontre que dans ce cas particulier il ne se forme pas de chlorate et de chlorure de potassium comme on le croit généralement, mais bien un composé particulier auquel je donne le nom de *potasse chlorée*, qui a la propriété de se décomposer, par une faible élévation de température, en chlorure de potassium, en oxygène et en potasse : c'est ce corps qui, en réagissant sur l'hydrate de peroxyde de fer, le transforme en ferrate de potasse. J'insiste dans mon Mémoire sur le parti que l'on peut tirer de la potasse chlorée pour produire de nouvelles combinaisons d'acides métalliques avec les bases. Je cite quelques applications, et je prouve par exemple que l'oxyde de cuivre se transforme, sous l'influence de la potasse chlorée, en une combinaison de potasse avec un acide métallique nouveau que j'ai nommé *acide cuprique*.

» Du reste mon but n'était pas d'étudier d'une manière spéciale l'action que le chlore exerce sur les alcalis; c'est une question qui appartient de droit aux chimistes qui, dans ces derniers temps, ont publié sur cette partie de la science des Mémoires si intéressants.

» Je passe ensuite à l'examen des propriétés des ferrates; je prouve que la chaleur, la présence des substances organiques, des corps divisés, peuvent décomposer les ferrates, et je rapproche ces réactions de celles que présente l'eau oxygénée dans les mêmes circonstances. Je donne la composition de l'acide ferrique qui est représentée par la formule FeO^3; cet acide vient donc se placer à côté des acides chromique, manganique, sulfurique, etc. Je démontre, par des analyses, que les ferrates obtenus par voie humide et par voie sèche ont exactement la même composition, mais que ces derniers sont souvent mélangés à des nitrites qui, au moment de la décomposition des ferrates, absorbent une certaine proportion d'oxygène pour se transformer en nitrates.

» Je rapporte enfin toutes les expériences que j'ai faites dans le but de produire soit un acide plus oxygéné que l'acide ferrique, soit un oxyde correspondant au peroxyde de manganèse et au bisulfure de fer; je parle alors de l'action que le bioxyde de barium exerce sur le sesquioxyde de

fer, et je prouve que dans ce cas il paraît se former une combinaison de fer et d'oxygène intermédiaire entre le sesquioxyde de fer et l'acide ferrique. Telles sont les différentes questions que j'ai traitées dans la première partie de mon Mémoire. La seconde partie est consacrée à l'examen de l'acide *stannique*.

» Je commence par rappeler les différents travaux qui ont été publiés sur cet acide, et j'insiste surtout sur les expériences remarquables qui sont dues à M. Berzélius et sur les observations si justes que M. Gay-Lussac a faites à cette occasion. Je parle aussi d'une Note que M. Graham a insérée dans le *Journal de M. Liebig* pour expliquer les modifications de l'acide stannique qui avaient été signalées par M. Berzélius. Les premières expériences que j'ai faites sur l'acide stannique ont eu pour but de reconnaître le véritable rôle que joue cet acide dans les combinaisons. L'opinion des chimistes est encore partagée à cet égard : doit-on en effet considérer l'acide stannique comme un acide, ou comme une base, ou bien peut-il jouer alternativement le rôle d'acide et le rôle de base ? Telles sont les questions que j'ai examinées.

» Toutes les épreuves auxquelles l'acide stannique a été soumis, m'ont démontré que cet acide ne peut dans aucun cas être considéré comme une base. Lorsqu'on le retire par exemple du chloride d'étain en décomposant ce corps par un carbonate insoluble, on précipite un acide qui présente des propriétés acides bien développées, et qui peut même dans cet état rougir la teinture de tournesol. Le chloride d'étain traité par le carbonate de potasse ne laisse pas précipiter de l'acide stannique, mais du stannate de potasse, qui devient insoluble dans cette circonstance. En examinant ensuite les combinaisons de l'acide stannique avec les acides, je prouve que ces composés ne doivent pas être considérés comme des sels de peroxyde d'étain, mais bien comme des combinaisons d'acide stannique avec les acides; on sait que la chimie offre de nombreux exemples de combinaisons d'acides entre eux formant des acides doubles. Je rappelle enfin les expériences de M. Chevreul qui sont concluantes : M. Chevreul a prouvé que l'acide stannique mis en contact avec la matière colorante du bois de Campêche, se comporte comme un acide, tandis que les oxydes métalliques proprement dits et même le protoxyde d'étain agissent comme des bases. Le dernier degré de combinaison de l'étain avec l'oxygène doit donc toujours être considéré comme un acide.

» Après l'examen de ce premier point de l'histoire de l'acide stannique, je passe à l'étude des propriétés de cet acide. Les premières expériences que

je décris servent à reconnaître la cause des modifications que présente l'acide stannique. Cette question s'appliquant à d'autres acides métalliques, devenait importante à résoudre, à cause de sa généralité et des travaux de M. Berzélius auxquels elle a donné lieu.

» Mes expériences démontrant que les deux modifications de l'acide stannique constituent des acides particuliers, j'ai donné à ces acides des noms différents. J'ai conservé à l'acide qui se produit par l'acide nitrique le nom d'acide stannique, et j'ai donné à celui que l'on retire du chloride d'étain le nom d'acide *métastannique*.

» En déterminant comparativement les quantités d'eau contenues dans ces deux acides isolés, j'ai reconnu que l'acide métastannique était plus hydraté que l'acide stannique. Comme ces deux acides ne diffèrent que par certaines proportions d'eau, on comprend qu'une légère dessiccation puisse transformer l'acide métastannique en acide stannique; en appliquant à ces acides les idées ingénieuses que M. Graham a émises sur l'acide phosphorique, je devais penser que les stannates ne devaient différer des métastannates que par leur proportion de base; c'est ce que l'analyse a démontré; car en représentant d'une manière générale les stannates neutres par la formule Sn^3O^6MO, les métastannates ont pour composition $Sn^3O^6, 3MO$: ainsi dans cette hypothèse, que je discute longuement dans mon Mémoire, l'acide stannique doit être considéré comme un acide monobasique et l'acide métastannique comme un acide tribasique. La relation qui existe entre la composition des stannates et celle des métastannates, explique un fait curieux que j'ai observé; c'est que les stannates chauffés avec un excès d'alcali, sont immédiatement transformés en métastannates. On obtient les stannates en dissolvant à froid dans des alcalis l'acide stannique préparé en faisant rougir de l'acide nitrique sur de l'étain. Les métastannates peuvent se produire par deux procédés différents : 1° en dissolvant dans des alcalis de l'acide métastannique retiré du chloride d'étain par un carbonate insoluble; 2° en calcinant au creuset d'argent de l'acide stannique avec un excès de base. Les métastannates de potasse et de soude cristallisent facilement. Ces composés ne le cèdent en rien aux sels les mieux définis, et représentent peut-être les plus belles combinaisons cristallines de l'étain.

» L'étude de l'acide stannique m'a fait découvrir une combinaison d'étain et d'oxygène intermédiaire entre le protoxyde et l'acide stannique, qui ne doit pas être confondue avec le sesquioxyde d'étain que M. Fuchs a récemment découvert. Ce composé s'obtient en traitant à froid l'acide stannique

par du protochlorure d'étain. L'acide prend immédiatement une belle teinte jaune orangé; il reste en dissolution de l'acide hydrochlorique pur. Ce corps dont je donne dans mon Mémoire les propriétés, doit être considéré comme un stannate de protoxyde d'étain, et correspond au molybdate d'oxyde de molybdène (oxyde bleu de molybdène), au tungstate d'oxyde de tungstène, au chromate d'oxyde de chrome, etc. La facilité avec laquelle l'acide stannique se colore en jaune sous l'influence du chlorure d'étain, peut, dans bien des cas, servir à caractériser cet acide.

» En examinant enfin la décomposition que les stannates éprouvent sous l'influence de la chaleur, et en étendant ces expériences à d'autres sels métalliques, je suis arrivé à cette conséquence générale: c'est que certaines combinaisons des métaux avec l'oxygène ne deviennent des acides que lorsqu'elles sont hydratées; mais dans ce cas l'eau n'est pas chassée par les bases comme pour les autres acides, et entre comme principe constituant du sel. Si l'on vient déshydrater par la chaleur l'acide métallique lorsqu'il est en combinaison, il perd la faculté de s'unir aux bases, et se précipite à l'état anhydre. »

M. Chuart lit une Note sur un appareil de son invention qu'il désigne sous le nom de *gazoscope*, et qui est destiné à avertir des fuites du gaz d'éclairage dans les appartements, ou des dégagements d'hydrogène carboné dans les galeries des mines, à une époque où le mélange gazeux n'a pas encore acquis la faculté de détoner.

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Dumas et Regnault, Commission qui avait été précédemment nommée pour une première communication de l'auteur sur le même sujet.

(Pièces dont il n'a pu être donné communication à la précédente séance.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Mémoire sur le genre* Sclerotium; *par* M. J.-H. Léveillé. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Mirbel, Ad. Brongniart, Richard.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie j'énumère le plus grand nombre des espèces que l'on a coutume

de comprendre dans ce qu'on nomme le genre *Sclerotium*, et je fais voir que ce prétendu genre est formé d'individus de nature différente qui ne devaient pas se trouver réunis.

» On peut diviser les *Sclerotium* en quatre sections. La première comprend des altérations pathologiques produites par des insectes ou par des champignons parasites; la seconde, des champignons naissants ou arrêtés dans leur développement; la troisième, des espèces qui appartiennent à d'autres genres ou qui ont servi à en former de nouveaux, et la quatrième, des espèces qui ne sont que des variétés.

» Recherchant ensuite la place que les *Sclerotium* doivent occuper dans les classifications mycologiques, je démontre par des observations qu'ils sont partout déplacés, parce que ce sont des êtres imparfaits, des ébauches de végétation ne présentant aucune trace d'organes de fructification et qui, malgré cela, sous l'influence de circonstances données, végètent de nouveau et produisent des champignons parfaits. Ainsi le *Sclerotium fungorum* donne naissance à l'*Agaricus parasiticus*, le *Sclerotium lacunosum* à l'*Agaricus racemosus*, le *Sclerotium pustula* au *Peziza candolleana*, le *Sclerotium durum* au *Botrytis cinerea*, etc. Ces faits, établis sur un grand nombre d'observations, sont en quelque sorte vérifiés par d'autres faits analogues puisés dans Rumphius, Micheli, Tode, Corda, etc.

» Je compare ensuite le *Sclerotium* à d'autres modifications également stériles du tissu fongique, et je fais voir que ces productions ne sont que des formes du mycelium ou élément primitif des champignons, causées par le lieu où elles se sont développées et par l'excès ou le défaut d'action de l'air, de la lumière, de l'humidité et de la température.

» Je distingue quatre formes de *Mycelium*.

» 1°. Le *Mycelium* filamenteux ou nématoïde, qui n'est composé que de filaments blancs ou colorés, cloisonnés, qui s'anastomosent entre eux : c'est lui qui forme les genres *Athelia, Hupha, Himantia*, etc.;

» 2°. Le membraneux ou hyménoïde : il représente des membranes plus ou moins épaisses que l'on désigne sous les noms de *Racodium* et de *Xylostroma;*

» 3°. Le tuberculeux ou scléroïde, qui fait plus particulièrement le sujet de ce Mémoire;

» 4°. Le pulpeux ou malacoïde qui est charnu, mou, qui se trouve dans les *Phlebomorpha* et *Mesenterica*.

» Enfin je termine par les conclusions suivantes :

» Le plus grand nombre des champignons provient d'un *Mycelium* qui paraît être un mode particulier de végétation ou d'évolution des spores.

» Ce *Mycelium* se présente sous quatre formes principales; il est souvent vivace et la vie peut y être suspendue pendant un temps plus ou moins long et reparaître sous l'influence de circonstances favorables. Jouissant de cette propriété, il est manifeste que la nature se l'est réservé comme un moyen de reproduction et de conservation des espèces.

» Le *Sclerotium* n'est qu'une de ces formes; on ne doit pas le considérer comme genre. Il en est de même des *Acrospermum, Rhizoctonia, Fibrillaria, Himantia, Athelia, Hypha, Rhizomorpha, Mesenterica,* etc.

» Tous ces champignons et tous ces tissus mycétoïdes sous tel aspect qu'ils se présentent ne sont que des individus naissants ou arrêtés dans leur développement.

» Ces productions sont loin d'être parfaitement connues. Le temps n'est pas encore venu de les effacer de l'histoire des champignons; au contraire, elles méritent plus que jamais de fixer l'attention des botanistes, parce que ce sont des expériences naturelles dont on peut obtenir des résultats inattendus sur la reproduction des champignons.

» Enfin il ne faut créer des genres qu'avec la plus grande circonspection, et ce serait rendre un véritable service à la science que d'en revoir plusieurs qui ont été établis sur des caractères plus hypothétiques que réels: un semblable travail amènerait une diminution dans leur nombre, ainsi que dans celui des espèces, et rendrait en même temps la mycologie plus facile et moins fastidieuse à étudier. »

ZOOLOGIE. — *Note monographique sur les genres* Lymnadia, Estheria, Cyzicus *et* Isaura, *faisant suite au Mémoire sur l'*Isaura cycladoïdes; *par* M. JOLLY.

(Commission nommée pour l'examen du Mémoire sur l'*Isaura cycladoïdes.*)

« Cette Note, dit l'auteur, a pour objet de prouver :

» 1°. Que la *Lymnadia tetracera* de M. Krynicki n'est point une Lymnadie;

» 2°. Que le genre *Cyzicus* proposé par M. Audouin est identique avec le genre *Isaura;*

» 3°. Qu'il en est de même du genre *Estheria,* établi par Rüppell et décrit par M. Strauss-Durckheim;

» 4°. Enfin que le genre *Isaura* se compose dès à présent des trois espèces suivantes :

» A. *Isaura cycladoïdes*, nob. ; *Cyzicus Bravaisii*, Audouin ;

» B. *Isaura tetracera*, nob. ; *Lymnadia tetracera*, Krinicki ;

» C. *Isaura Dahalacensis*, nob. ; *Estheria Dahalacensis*, Strauss-Durckeim. »

M. **Magendie** présente au nom de l'auteur, M. G. Rainey, un Mémoire écrit en anglais et ayant pour titre : « Observations relatives aux *effets de la position sur la fréquence du pouls*, prouvant que le cœur est le seul organe qui fasse marcher le sang dans les veines, les liquides sécrétés dans leurs canaux, et la lymphe dans les vaisseaux lymphatiques ; suivies de déductions concernant l'usage des anastomoses, le mécanisme des sécrétions et la cause de l'inflammation et des hydropisies. »

(Commissaires, MM. Magendie, Flourens, Breschet.)

Un second Mémoire du même auteur est relatif aux « *causes de l'ascension de la sève*, et en général de la circulation dans les végétaux. »

(Commissaires, MM. de Mirbel, Adolphe Brongniart, Richard.)

M. **Lebrun** adresse une Note supplémentaire au Mémoire qu'il avait précédemment présenté, concernant un *pont monolithe en béton*.

Depuis l'époque de la présentation du premier Mémoire, le pont en béton construit par M. Lebrun a servi constamment au passage des voitures de transport dont la circulation est très-active dans ce canton, surtout à l'époque des récoltes ; il a subi l'épreuve des gelées de deux hivers et des chaleurs d'un été, sans avoir éprouvé aucune altération apparente : c'est ce qui résulte d'un certificat délivré par M. le maire de Grisolles, ville dans le voisinage de laquelle se trouve la nouvelle construction.

(Renvoi à l'examen de la Commission nommée pour le premier Mémoire.)

M. **Perreau** adresse la description et le modèle d'un nouveau *bateau sous-marin*.

(Commissaires, MM. Beautemps-Beaupré, Roussin, Piobert, Séguier.)

M. **de Ruolz** présente un échantillon de tuyaux en fer laminé qu'il a

zingués au moyen de ses procédés galvano-plastiques. Ces tuyaux sont destinés au tubage du puits foré de l'abattoir de Grenelle.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres, chargée de l'examen des diverses communications relatives à la galvanoplastique.)

M. **Darlu** demande l'ouverture d'un paquet cacheté qu'il avait adressé en date du 25 octobre 1840. Le paquet est ouvert, et une Note sur la *télégraphie nocturne*, qui y était contenue, est renvoyée à l'examen de la Commission qui a fait le rapport sur le télégraphe de nuit de M. *Vilallongue*.

L'Académie reçoit un Mémoire adressé pour le concours au grand prix de Mathématiques de 1842. Ce Mémoire est inscrit sous le n° 2.

(Renvoi à la future Commission.)

L'Académie reçoit également cinq Mémoires adressés pour le concours au prix concernant la vaccine et inscrits sous les numéros 13, 14, 15, 16 et 17.

(Renvoi à la future Commission.)

M. **Raynaud** écrit qu'il a envoyé à l'Académie de Médecine un Mémoire qui était destiné pour le même concours.

M. **Bouteille** annonce avoir constaté que la truffe comestible croît dans les environs de Lagny; il adresse quelques-uns des tubercules qu'il a recueillis dans ce canton, et des échantillons de la terre dans laquelle ils croissaient.

La Lettre et les différents objets qui l'accompagnent sont renvoyés à l'examen de M. Ad. Brongniart.

(Pièces de la séance du 21 mars.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Pallas** adresse une Notice concernant les expériences qu'il a faites pour constater « *l'influence de la fructification sur les phénomènes nutritifs de certains végétaux*, et en particulier du maïs. »

(Commissaires, MM. de Mirbel, Richard.)

M. Schwickardi présente un Mémoire ayant pour titre : « *Traité sur la nourriture et les effets qui y ont rapport, contenant l'explication des résultats obtenus avec la gélatine, et les moyens de la rendre nourrissante.* »

(Commission de la gélatine.)

(*Pièces de la séance du 14 mars.*)

CORRESPONDANCE.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur le système osseux; par* M. Chossat.

« La question intéressante qui s'est débattue devant l'Académie des Sciences, dans sa séance du lundi 21 février, m'engage à lui faire part, d'une manière anticipée, il est vrai, et pour prendre date seulement, du résultat sommaire d'expériences sur le même sujet, dont je m'occupe depuis près de deux ans.

» Les physiologistes qui, dans ces derniers temps, se sont occupés de la nutrition du système osseux, ont tous suivi la marche tracée par Duhamel, savoir, celle de rechercher les modifications qu'apporte dans l'apparence du tissu osseux l'usage d'une alimentation plus ou moins chargée de garance. La méthode que j'ai adoptée est absolument différente; elle attaque la question plus directement. J'avais eu l'occasion de m'assurer, dans mes expériences sur l'inanition, du besoin qu'ont les pigeons d'ajouter une certaine quantité de substances calcaires à celle que leur aliment habituel renferme naturellement. Ce besoin, peu prononcé d'abord, devenant ensuite assez impérieux, j'ai vu là une indication à suivre et je me suis mis à étudier les effets qui résulteraient de la privation de cette quantité additionnelle de principes calcaires. J'ai été conduit ainsi à des faits qui me paraissent très-dignes d'intérêt.

» Ces expériences sont d'une durée très-prolongée; il en est qui se sont étendues jusqu'au dixième mois, et celles que j'ai actuellement en voie d'exécution paraissent devoir se prolonger bien plus longtemps encore. C'est même là, pour le dire en passant, ce qui m'a empêché jusqu'à présent d'obtenir le nombre d'expériences nécessaire pour motiver mes conclusions comme je désire qu'elles le soient.

» Mes pigeons n'ont été nourris que de blé, et d'un blé soigneusement trié grain par grain, afin de le débarrasser soit de petites pierres qui s'y rencontrent, soit encore de tout grain étranger ou gâté qui pourrait altérer la régularité de l'alimentation. Je leur ingérais chaque jour un poids fixe et déterminé de ce blé, et je leur fournissais de l'eau à volonté.

» Ces animaux supportaient d'abord très-bien et sans inconvénient apparent ce mode d'alimentation; seulement ils picotaient leur cage plus souvent qu'ils ne l'auraient fait sans cela. Ils commençaient, en général, par engraisser et par augmenter beaucoup de poids. Mais au bout de un, deux ou trois mois de ce régime, l'animal augmentait ses boissons et les portait successivement à deux, trois, quatre, cinq, six et même sept à huit fois leur quantité normale et primitive; les fécès, de solides qu'elles étaient en commençant, devenaient de plus en plus molles et diffluentes; une diarrhée s'établissait, d'abord modérée, énorme ensuite; le poids du corps s'abaissait graduellement; et enfin, l'animal finissait par succomber entre le huitième et le dixième mois, à dater du début de l'expérience. C'est là une diarrhée qu'on pourrait appeler *par insuffisance de principes calcaires*, maladie dont on retrouve d'assez fréquents exemples chez l'homme, surtout lors du travail de l'ossification, mais dont la cause a été méconnue jusqu'à présent. Elle se prévient et se guérit par l'usage des préparations calcaires.

» Mais le résultat le plus remarquable de ces expériences, c'est l'altération du système osseux qui en a été la conséquence. En effet, la privation prolongée des substances calcaires (je parle de la portion de ces substances que nos animaux ajoutent instinctivement à leurs aliments) finissait par rendre les os tellement minces, que même pendant la vie ils se fracturaient avec une grande facilité. Ainsi, chez l'un de mes pigeons, j'ai trouvé tout à la fois le fémur gauche et les deux tibias fracturés. Peut-être l'animal avait-il engagé ses pattes entre les barreaux de sa cage; mais ceux-ci étant placés à un intervalle d'au moins 2 centimètres les uns des autres, il aurait pu facilement les retirer. Quoi qu'il en soit, cet animal dès lors cessa presque entièrement de boire et de digérer, et la mort survint quelques jours après par suite de sa triple fracture. C'était vers le commencement du huitième mois de l'expérience.

» Après la mort, j'ai retrouvé la même fragilité des os. Ainsi chez un autre pigeon, ayant cherché à étendre avec précaution la cuisse qui s'était refroidie dans la flexion, j'ai fracturé également le fémur.

» Chez ce même animal, le sternum était aussi singulièrement altéré. Avant de commencer l'autopsie, je trouvai la crête de cet os mobile,

presque comme si elle était devenue cartilagineuse; l'ayant examinée après l'incision du corps, la substance osseuse avait disparu en beaucoup d'endroits, et ne paraissait remplacée que par le périoste. Après la macération, l'os s'est trouvé très-aminci, perforé d'un grand nombre de petits trous; il est devenu très-cassant, en sorte qu'il s'est divisé en un certain nombre de fragments minces et irréguliers, et qu'il se brisait même quand on essayait de le nettoyer avec la barbe d'une plume. Au reste, je tiens cette pièce à la disposition de l'Académie, et je suis prêt, si elle le désire, à la soumettre à son examen.

» J'ai soumis des animaux à l'usage du carbonate de chaux et à celui du sous-phosphate de chaux: je n'entre dans aucun détail sur ces expériences, soit parce qu'elles ne sont point encore assez multipliées, soit parce que je suis encore loin d'avoir parcouru tout le champ que je me propose d'examiner. Il me suffira de dire que jusqu'à présent il résulte de mon travail :

» 1°. Que les sels calcaires déposés dans le tissu osseux peuvent être résorbés dans une très-forte proportion;

» 2°. Que cette résorption a lieu quand l'animal ne trouve pas dans l'aliment qu'on lui donne une quantité de principes calcaires suffisante;

» 3°. Que jusqu'à présent cette résorption s'est toujours faite d'une manière lente et graduelle;

» 4°. Que par là le système osseux s'atténue insensiblement, et qu'en général les animaux finissent par tomber dans l'état dit de *fragilité des os;*

» 5°. Enfin, que ces mêmes animaux peuvent être maintenus dans un état de nutrition qui paraît à tous égards complet, en ajoutant à leur blé un peu de carbonate de chaux.

» J'ajouterai en terminant que ces expériences expliquent quelques-uns des faits très-intéressants obtenus par la Commission de la gélatine, en montrant à quoi peut tenir l'absence de propriétés nutritives *absolues* dans beaucoup d'aliments qui d'ailleurs peuvent soutenir la vie pendant un certain temps. Car si de deux animaux nourris de mêmes quantités du même blé, l'un dépérit au bout de quelques mois quand on se borne à cet aliment, tandis que l'autre prospère de la manière la plus complète, lorsqu'à ce même aliment on ajoute seulement un peu de carbonate de chaux; c'est que dans le dernier cas le système osseux se nourrit, tandis qu'il s'inanitie dans le premier.

» Je ne terminerai point cette Note sans annoncer à l'Académie que

j'ai enlevé aux os une partie de leurs principes calcaires par le moyen de la pile galvanique; que j'aurais probablement pu les en dépouiller entièrement si j'avais poussé l'expérience suffisamment loin; et qu'enfin je pense appliquer ce moyen au traitement de la nécrose pour accélérer la destruction des séquestres osseux, destruction dont la lenteur entraîne si souvent la mort des malades, par les suppurations interminables qu'elle occasionne. »

M. **Bouisson** adresse des observations sur les *caractères microscopiques de la bile* et sur les applications qu'on peut en faire au mécanisme de la *formation des calculs biliaires*.

« Pour bien constater les caractères microscopiques de la bile humaine, ou celle d'autres animaux supérieurs, il faut, dit M. Bouisson, l'examiner à un grossissement de 250 diamètres, et lorsque le liquide est dans un certain état de concentration. La bile cystique d'un sujet ayant supporté une longue abstinence, est celle qui se prête le mieux aux observations.

» Le microscope fait découvrir trois sortes d'éléments : 1° des plaques de matière colorante d'un jaune légèrement verdâtre, de dimension variable, ordinairement irrégulières; 2° des corpuscules à forme géométrique, d'apparence cristalline en nombre moins considérable que les grumeaux de matière colorante, avec lesquels ils sont quelquefois unis. Ces corpuscules sont de la cholestérine à l'état de suspension. Je m'en suis assuré en traitant par l'éther la bile dans laquelle on les découvrait; ils disparaissaient sous l'influence de ce dissolvant; en ajoutant artificiellement à la bile de la cholestérine réduite en parcelles très-ténues, et en l'examinant au microscope, les nouveaux fragments cristallins présentaient un aspect identique avec celui des corpuscules déjà signalés. Ayant eu l'occasion d'étudier au microscope la bile d'un sujet qui portait un grand nombre de calculs biliaires formés de cholestérine, j'ai retrouvé à l'état de suspension dans ce liquide des paillettes cristallines en nombre beaucoup plus considérable que dans l'état naturel. 3° Des globules en quantité variable, tantôt disposés en petites masses cohérentes, tantôt associés à des grumeaux de matière colorante, auxquels ils semblaient servir de moyen d'union. Ces globules appartiennent au mucus de la vésicule biliaire; on peut en dépouiller la bile en précipitant le mucus par de l'alcool. On observe alors à l'état d'isolement la cholestérine et la matière colorante.

» La constatation de la forme sous laquelle la matière colorante et la cholestérine existent dans ce liquide, rend la formation des calculs biliaires beaucoup plus facile à expliquer que par les théories proposées jusqu'à

ce jour. Le plus grand nombre de ces calculs est composé de matières qui se trouvent dans la bile à l'état d'isolement, et dont l'agglomération peut être provoquée par des causes physiques très-simples. Chaque sujet dans l'état sain porte une infinité de petits calculs biliaires; les calculs volumineux et qui constituent un état pathologique résultent de l'union de matériaux préexistants. »

M. **Quinet** demande à soumettre au jugement de l'Académie les procédés qu'il a imaginés pour la fabrication d'un *papier de sûreté*. Il fait remarquer que ses procédés, bien que présentés au concours ouvert par M. le ministre des Finances, n'ont point été examinés par la Commission ministérielle qui était chargée de décerner le prix.

M. **Dumas** fait remarquer que la présentation de M. Quinet n'a eu lieu qu'après la clôture du concours, de sorte que la Commission ministérielle ne pouvait en prendre officiellement connaissance.

La Lettre de M. Quinet est renvoyée à l'examen de la Commission des encres et papiers de sûreté.

M. **Arago** annonce que M. *de Beurges* se propose de répondre à une objection qui a été faite contre les papiers qu'il a présentés à l'Académie. En supposant qu'on pût, comme on l'a dit, dédoubler ces papiers afin de soustraire à l'action des réactifs la vignette délébile, les deux lames une fois séparées ne conserveraient plus les mêmes dimensions et ne pourraient être réunies sans que la fraude parût. M. de Beurges, au reste, enverra des échantillons de ces papiers dont il ne croit pas le dédoublement possible.

M. **Martius**, secrétaire de la Classe mathématico-physique de l'Académie royale de Munich, exprime, au nom de cette classe, le désir de recevoir les *Comptes rendus hebdomadaires* que publie l'Académie des Sciences. Dans la même lettre, M. Martius donne une idée des principaux travaux qui occupent en ce moment les membres de la classe mathématico-physique de l'Académie de Bavière.

M. le secrétaire perpétuel rappelle qu'en vertu d'une décision de la Commission administrative, l'Académie de Munich est comprise dans le nombre des corps auxquels est adressé le *Compte rendu hebdomadaire de l'Académie des Sciences*. On prendra des informations sur les causes qui ont empêché que l'exemplaire qui lui était destiné ne parvînt à son adresse.

M. de Roys présente quelques considérations sur le refroidissement graduel du globe terrestre et sur les effets qui en doivent résulter quant à la forme de l'enveloppe solide.

M. Korilski prie l'Académie d'intervenir auprès de M. Arago à l'effet d'obtenir qu'il fasse connaître son opinion sur les causes de l'accident survenu au tube intérieur du puits foré de Grenelle.

M. le Président déclare, à cette occasion, que dorénavant il ne sera plus donné communication des Lettres qui ne s'adresseraient pas à l'Académie, mais uniquement à tel ou tel de ses membres.

(Pièces de la séance du 21 mars.)

CORRESPONDANCE.

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du chlore; par* M. Laurent.

« Depuis la détermination du nouveau poids atomique du carbone, plusieurs chimistes ont paru disposés à revenir à cette opinion, que les poids atomiques de tous les corps sont des multiples de celui de l'hydrogène. Les plus légers (oxygène, azote et carbone) paraissent être en effet des multiples du nombre 12,50. J'ai voulu voir s'il en serait de même pour le chlore. Tout le monde sait par quelle suite d'opérations et de pesées M. Berzélius est arrivé au nombre 221,30 pour le poids atomique de ce corps. Répéter toutes les opérations de M. Berzélius, cela eût exigé une habileté trop peu commune. J'ai employé une méthode très-simple, qui repose seulement sur la détermination exacte du poids atomique du carbone.

» J'ai analysé l'hydrochlorate de chloronaphtalise, qui est un des plus beaux corps et des mieux cristallisés que la chimie puisse offrir. Voici les résultats que j'ai obtenus. (Après avoir fait passer un courant d'oxygène sur l'oxyde de cuivre, on a eu soin de le chasser à l'aide d'un courant d'air sec et privé d'acide carbonique.)

		Calculée.		Calculée.		Calculée.
C^{40}......	1500,0	39,468	1500,0	39,088	1500,0	39,73
H^{14}......	87,5	2,302	87,5	2,280	87,5	2,32
Cl^{10}.....	2213,0	58,230	2250,0	58,632	2187,5	57,95
	3800,5	100,000	3837,5	100,000	3775,0	100,00

	I.	II.	III.	Moyenne.
Expérience C........	39,47	39,41	39,39	39,42
H........	2,31	2,30	2,33	2,31
Cl.......	58,22	58,29	58,28	58,27
	100,00	100,00	100,00	100,00

» Le premier calcul est basé sur le poids atomique de M. Berzélius 221,3
Pour le second calcul, on a adopté le nombre. 225 = 36 fois 6,25.
Pour le troisième. . . . . 218,95 = 35 fois 6,25.

» Les trois expériences s'accordent d'une manière parfaite avec le poids atomique de M. Berzélius, et elles présentent une différence de 3,1 à 3,3 millièmes sur le charbon, avec les calculs basés sur les nombres 225 et 218,75. »

M. **Charrière** présente divers instruments de chirurgie et de coutellerie qu'il a dorés au moyen des procédés galvanoplastiques.

« Les instruments tranchants que j'ai soumis à des épreuves réitérées sur le cadavre, n'ont été endommagés, dit M. Charrière, ni dans la qualité du tranchant, ni dans la dorure; et les instruments à pression ont conservé toute la résistance donnée par la trempe. Je me suis assuré que les instruments dorés par ce procédé ne sont point sujets à s'oxyder, ce qui est, comme tout le monde le sentira, un grand avantage pour les pièces destinées à séjourner dans nos tissus pendant un temps plus ou moins long. »

M. **Passot** s'adresse de nouveau à l'Académie pour la prier de hâter le travail de la Commission chargée de faire un rapport sur le Mémoire qu'il a présenté.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés, l'un à la séance du 14 mars par M. **Mandl**, l'autre à celle du 21 par M. **Phiquepal d'Arusmont**.

La séance est levée à cinq heures un quart.

F.

ERRATA. (Séance du 14 mars 1842.)

Page 397, ligne 21, *au lieu de* $\mathfrak{F}(x, y, z)$, *lisez* $\mathfrak{F}(\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z})$
Page 399, ligne 7, *au lieu de* $F(x, y, z)$, *lisez* $\mathfrak{F}(x, y, z)$
Page 402, ligne 11, *au lieu de* $=$, *lisez* $+$
Ibid., *ibid.*, *au lieu de* f, *lisez* $\mathfrak{F}$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1[er] semestre 1842, n° 11, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; février 1842; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; février 1842; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; mars 1842, in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; n° 73; in-8°.

Abrégé élémentaire de Chimie; par M. LASSAIGNE; tomes I et II, in-8°; et planches in-8°, 3[e] édition; 1842.

Deuxième Lettre à l'Académie de Médecine, sur la dissolution des calculs urinaires, et leur traitement chimique; par M. LEROY D'ÉTIOLLES; 1841; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; mars 1842; in-8°.

Journal de Médecine pratique de Bordeaux, année 1841; in-8°.

Notice des travaux de la Société de Médecine de Bordeaux; par M. BURGUET; Bordeaux, 1841; in-8°.

Programme des prix de la Société de Médecine de Bordeaux; séance publique annuelle du 20 *septembre* 1841; in-8°.

Du Strabisme et de son traitement, précédé de quelques recherches anatomiques sur les muscles de l'OEil; par M. le D[r] BOINET; brochure, 1842; in-8°. (Renvoyé comme pièce à consulter à la Commission du Strabisme.)

Journal de Pharmacie et de Chimie; mars 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; mars 1842; in-8°.

Annales de la Propagation de la Foi; mars 1842; in-8°.

Lettre à M. A. Cauchy, de l'Académie des Sciences; par M. F. PASSOT; une feuille in-4°.

Monographies d'Échinodermes vivants et fossiles; par M. AGASSIZ; 3[e] et 4[e] livr. in-4°, avec planches in-fol.; Genève.

Monographia generum Aloes et Mesembryanthemi; auctore JOSEPHO, principe de SALM-REIFFERSCHEID-DYCK; fascicul. 4; Dusseldorpii; in-4°.

Conchologia... *Conchyliologie systématique; par* M. REEVE; part. 5, complétant le 1[er] vol.; in-4°.

Natural... *Histoire naturelle de l'Homme; par* M. J. COWLES-PRICHARD; 3e livraison, in-8°.

The London.... *Journal de Botanique de Londres;* 3e numéro; mars 1842, in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 443; in-4°.

Auszug... *Observations microscopiques sur l'Anatomie et la Physiologie du* Branchiostoma lubricum, Costa (Amphioxus lanceolatus, Yarrell); *par* M. MULLER. (Extrait de l'*Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin et destinés à la publication.*) In-8°.

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin et destinés à la publication;* décembre 1841 et janvier 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 12.

Gazette des Hôpitaux; n° 32—35.

L'Écho du Monde savant; nos 713 et 714.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 246.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 12.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après la lecture du procès-verbal, une discussion s'est élevée, à l'occasion d'un article du dernier *Compte rendu*, entre M. **Arago** d'une part, MM. **Flourens** et **Libri** de l'autre. Il nous semble inutile de donner d'autres détails sur cet incident de la séance.

RAPPORTS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Ebelmen** *ayant pour titre :* Recherches sur la composition et l'emploi du gaz des hauts-fourneaux.

(Commissaires, MM. Thenard, Berthier, Chevreul rapporteur.)

« Depuis qu'un maître de forges français, M. Aubertot, imagina des constructions propres à être chauffées par la flamme perdue de ses hauts-fourneaux, et depuis surtout l'année 1814 où M. Berthier, en les faisant connaître, appela l'attention publique sur toutes les conséquences que pouvait avoir l'emploi d'une source de chaleur qui avait été négligée jusque-là,

on peut s'étonner de la lenteur avec laquelle on a profité du travail du praticien et des vues du savant, qui dès l'origine en avait apprécié toute l'importance, principalement pour la France, si intéressée à économiser le combustible dans la préparation du fer.

»En effet, c'est depuis peu d'années seulement que l'industrie du pays paraît sentir les avantages d'une découverte qu'il a vue naître et que la science de ses ingénieurs s'est constamment efforcée de développer; mais si le doute était permis encore, s'il fallait de nouveaux arguments en faveur de cette découverte pour porter la conviction dans des esprits qui ne sont point convaincus de sa grande utilité, les recherches auxquelles s'est livré un jeune professeur de l'École des Mines de Paris, M. Ebelmen, sur la composition et l'emploi du gaz des hauts-fourneaux, dissiperaient toutes les incertitudes tendant à prolonger l'ajournement des conséquences du travail de M. Aubertot. C'est sans doute ce que pensera l'Académie après avoir entendu le rapport qu'elle nous a chargés de lui faire sur les recherches dont nous parlons; mais, avant d'en commencer l'examen, il ne sera pas inutile de rappeler la distinction des diverses parties composant la capacité d'un haut-fourneau et la marche que suivent les matières qui y réagissent.

» La capacité d'un haut-fourneau comprend quatre parties distinctes continues, et ayant une verticale pour axe commun; elles sont, en commençant par le haut:

» 1°. La cuve;

» 2°. Les étalages;

» Ces deux parties ont la forme de deux troncs de cône réunis à leur grande base, mais la hauteur de la cuve est à celle des étalages comme $2\frac{2}{3}$, $3\frac{1}{2}$ est à 1.

» 3°. *L'ouvrage* : capacité prismatique dont la partie inférieure reçoit la tuyère ou les tuyères des machines soufflantes qui amènent l'air dans le fourneau;

» 4°. *Le creuset* : capacité située au-dessous de la tuyère ou des tuyères, dans laquelle tombent les laitiers et la fonte provenant de la réduction des minerais de fer.

» C'est par le gueulard, ouverture supérieure de la cuve, que l'on introduit dans le haut-fourneau le combustible, le minerai et le fondant, et c'est par la base de l'ouvrage qu'afflue incessamment l'air nécessaire à la combustion.

» Le charbon joue un triple rôle: une portion développe la chaleur nécessaire à l'action chimique et à la fusion des corps qui doivent se liquéfier;

une autre portion, en enlevant l'oxygène du minerai, ramène le fer à l'état métallique; enfin une troisième, en s'unissant au métal réduit, le change en fonte fusible.

» Il est évident, d'après cela, qu'il y a dans un haut-fourneau en activité deux colonnes en mouvement, l'une ascendante et l'autre descendante; la première, absolument gazeuse, provenant originairement de l'air atmosphérique pourvu de sa vapeur d'eau, est formée à sa sortie d'azote, de toutes les matières volatiles qui ont pu se dégager du minerai, du fondant et du combustible, enfin des produits de la combustion : la colonne descendante, formée de matières solides à son origine, l'est en définitive de matières liquéfiées, lesquelles se séparent en laitiers ou scories et en fonte.

» Les recherches de M. Ebelmen, dont nous allons parler maintenant, forment, par leur étendue, un livre plutôt qu'un Mémoire proprement dit. Elles ont eu pour objet trois points principaux :

» 1°. De reconnaître par l'expérience directe la composition chimique de la colonne ascendante, depuis sa sortie par le gueulard jusqu'à son origine inclusivement devant la tuyère;

» 2°. D'établir la théorie des hauts-fourneaux sur la coordination des faits déterminés par lui d'une manière précise, avec les faits déjà connus concernant particulièrement la colonne descendante;

» 3°. D'exposer quelques résultats d'expériences sur l'emploi des gaz combustibles de la colonne ascendante, et quelques vues sur le moyen de tirer parti, pour le travail du fer, d'un combustible quelconque à base de carbone et d'hydrogène.

» Il suffit sans doute du simple énoncé de ces recherches pour justifier auprès de l'Académie les détails dans lesquels nous allons entrer, afin de lui mettre sous les yeux les éléments mêmes du jugement que nous allons porter sur le travail de M. Ebelmen.

§ Ier. *De la composition chimique de la colonne ascendante du haut-fourneau.*

» M. Ebelmen a eu des obstacles à vaincre avant de pouvoir puiser avec certitude les gaz qu'il voulait analyser dans les diverses parties du fourneau que parcourt la colonne ascendante, depuis la tuyère jusqu'au gueulard; il y est parvenu en laissant plonger dans chacune de ces parties, pendant un temps convenable, un tuyau aspirateur, dont la matière était choisie en ayant égard à la température qu'elle devait supporter : ainsi au gueulard, dans la cuve et au-dessous, il pouvait puiser le gaz par l'intermédiaire d'un tuyau de fonte, tandis qu'à la tuyère, il fallait recourir à un tube de por-

celaine luté, préservé de l'action immédiate du feu par une double enveloppe de fer et de terre réfractaire, et avec cette précaution était-on encore obligé de ne donner qu'une portion du vent normal.

» Le tube aspirateur se trouvait toujours en communication avec un tube rempli de ponce imprégnée d'acide sulfurique destiné à retenir la vapeur d'eau, et à en faire connaître le poids; mais tantôt le gaz desséché était transmis directement dans un gazomètre à mercure de 1600 centimètres cubes; tantôt il était recueilli préalablement dans un récipient de verre rempli d'eau recouverte d'une couche d'huile suffisamment épaisse pour préserver le gaz de tout contact avec l'eau. Dans les deux cas le gaz parfaitement desséché était soumis, dans un système de tubes de verre, à une série d'opérations au moyen desquelles :

» 1°. Il cédait son acide carbonique à la potasse;

» 2°. Il éprouvait l'action comburante de l'oxyde de cuivre, s'il contenait du carbone et de l'hydrogène à l'état de combustible;

» 3°. On recueillait l'acide carbonique et l'eau ainsi produits;

» 4°. On pouvait déterminer directement l'azote, résidu des opérations précédentes.

» Avant d'introduire le gaz du fourneau dans l'appareil, celui-ci avait été soumis à un courant d'azote, susceptible d'en expulser tout l'air atmosphérique.

» On opérait dans chaque analyse sur $1\frac{1}{2}$ litre de gaz, et la combustion, par l'oxyde de cuivre, durait une heure. La quantité de la matière analysée, et la durée de la combustion dans un appareil bien imaginé d'ailleurs, donnent toutes les garanties désirables sur l'exactitude des résultats.

» C'est par ce procédé que M. Ebelmen a pu s'assurer que le gaz des hauts-fourneaux est formé dans son plus grand état de complexité, de vapeur d'eau, d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène non carburé, d'azote, et, lorsqu'on fait usage de bois, d'acide acétique, d'oxycarbure ou de carbure d'hydrogène; ces composés sont absorbés par la ponce sulfurique.

» M. Ebelmen a fait deux séries d'expériences : dans l'une il a examiné les gaz du haut-fourneau de Clerval (département du Doubs), qui marchait au charbon de bois avec un air chauffé de 175 à 190° s'échappant d'une buse de $0^m,065$ de diamètre sous une pression de $0^m,015$ à $0^m,018$ de mercure;

» Dans l'autre, il a examiné les gaz du haut-fourneau d'Audincourt (département du Doubs), qui marchait au charbon et au bois avec de l'air

chauffé à 250° s'échappant d'une buse de 32 centimètres carrés sous une pression de $0^m,070$ à $0^m,074$ de mercure.

Première série. — Examen des gaz du haut-fourneau de Clerval ; gaz pris à ras du gueulard.

» Ces gaz, comme on pouvait le prévoir, dépourvus d'oxygène libre, étaient représentés, terme moyen, par

Acide carbonique	12,88
Oxyde de carbone	23,51
Hydrogène	5,82
Azote	57,79

» Quant à la *vapeur d'eau* correspondante à 100 volumes de gaz sec, elle variait de 14,38 à 9,42 volumes, suivant que les gaz étaient puisés lorsque la charge du fourneau s'élevait au niveau du gueulard ou qu'elle se trouvait au-dessous.

» La proportion de *l'hydrogène* et celle de *l'azote* étaient à peu près constantes.

» La somme des volumes du *gaz acide carbonique* et du *gaz oxyde de carbone* était constante ; mais il y avait quelque variation dans leur proportion respective.

Gaz pris dans l'intérieur de la cuve.

» M. Ebelmen, en analysant des gaz puisés à $1^m,33$, $2^m,67$, $4^m,00$, $5^m,33$ du gueulard, a vu

» 1°. Que de $1^m,33$ à $2^m,67$ la proportion de vapeur d'eau diminue rapidement, tandis que les autres principes du mélange sont en proportions peu différentes ;

» 2°. Que de $2^m,67$ à $5^m,67$, la proportion de l'oxyde de carbone augmente ; celles de l'acide carbonique et de l'hydrogène diminuent.

Gaz pris au bas de la cuve ou au sommet des étalages.

» Leur composition doit fixer l'attention ; d'abord à cause de sa constance et ensuite par l'absence de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau ; ils sont représentés par

Oxyde de carbone	35,01
Hydrogène	1,92
Azote	63,07

» Il faut remarquer que l'oxygène excédant la quantité d'oxygène atmosphérique qui est donnée par l'azote, dont la quantité reste invariable (1), a diminué, en allant du gueulard au bas de la cuve, de 10 à 1 : il faut donc que le minerai ait perdu de l'oxygène dans la cuve.

Gaz pris au bas des étalages.

» Leur composition n'a pas la constance de celle des gaz précédents; mais M. Ebelmen en indique une cause très-probable. Quoi qu'il en soit, leur composition moyenne est de

Acide carbonique.........	0,31
Oxyde de carbone.........	41,59
Hydrogène...............	1,42
Azote..................	56,68

Gaz pris sous la tympe, ouverture par où sortent les laitiers, un peu au-dessus de la tuyère.

» Ces gaz étaient formés de :

Oxyde de carbone.........	51,35
Hydrogène...............	1,25
Azote..................	47,40

» On voit que l'oxygène de l'oxyde de carbone excède d'une quantité notable l'oxygène atmosphérique représenté par l'azote, et celui provenant d'une décomposition d'eau représentée par 1,25 d'hydrogène. Nous reviendrons sur ce résultat; mais, quoi qu'il en soit, *il faut déjà remarquer l'absence de tout acide carbonique dans la colonne ascendante prise à peu de distance de la tuyère.*

Gaz pris à l'ouverture de la tuyère.

» Ces gaz ne présentent que de l'air atmosphérique dont quelques centièmes d'oxygène ont été convertis en acide carbonique.

» D'après ce résultat, il serait difficile de ne pas admettre que l'oxygène atmosphérique, en se portant directement sur le carbone, produit du gaz acide carbonique; mais il est bien important de remarquer, d'après l'analyse des gaz puisés par l'ouverture de la tympe, *que le gaz carbonique est*

---

(1) *Voir* à la page 468, § II, *Théorie des hauts-fourneaux*, 1er alinéa.

rapidement changé en gaz oxyde de carbone, sous l'influence du charbon en excès et de la haute température développée dans le voisinage de la tuyère, température telle qu'un canon de fusil qu'on y expose est calciné et fondu au bout de 1 à 2 minutes, qu'un tube de porcelaine s'y fond s'il n'éclate pas à la première impression de cette chaleur.

Deuxième série. — Examen du gaz du haut-fourneau d'Audincourt.

» Ce fourneau, ainsi que nous l'avons dit, marchait au charbon et avec du bois qui représentait en pouvoir calorifique le tiers de son volume de charbon.

» M. Ebelmen, ayant voulu savoir à quelle profondeur de la cuve le bois était réduit en charbon, s'est assuré que le bois qui séjournait $\frac{7}{4}$ d'heure à 3 mètres de profondeur du gueulard, dans la cuve de ce fourneau qui a 8 mètres de hauteur, y conservait son aspect, et que le minerai qu'on y avait mêlé y conservait son humidité, tandis qu'à 1 mètre au-dessous, c'est-à-dire à 4 mètres du gueulard, une exposition de 3 heures $\frac{1}{4}$ réduisait le bois en charbon parfait et le minerai en oxyde magnétique.

» L'analyse des gaz du haut-fourneau d'Audincourt, s'accorde parfaitement avec celle des gaz du haut-fourneau de Clerval, sauf que dans la moitié supérieure de la cuve d'Audincourt les gaz contenaient à peu près deux fois plus de vapeur d'eau, conséquence toute simple de l'emploi du bois qui se dessèche dans cette partie du fourneau; enfin que les gaz renfermaient de l'acide acétique et des oxycarbures ou carbures d'hydrogène condensables par l'acide sulfurique; mais il était remarquable que l'hydrogène qui échappait à la condensation de cet acide était pur de tout carbone; il ressemblait donc, par son état chimique, au gaz d'un haut-fourneau chauffé exclusivement avec le charbon.

» Enfin M. Ebelmen, ayant été mieux servi par les circonstances au fourneau d'Audincourt qu'au fourneau de Clerval, pour puiser le gaz de la colonne ascendante dans la région de la tuyère, a observé alors d'une manière certaine la production du gaz acide carbonique par l'action de l'air sur le carbone précédant la formation de l'oxyde de carbone. Il a pu se convaincre d'un fait important, c'est que l'*oxygène atmosphérique un peu au-dessus de la tuyère, se retrouve dans l'acide carbonique et l'oxyde de carbone produits, de sorte qu'il faut reconnaître que dans cette partie du fourneau il ne se brûle pas de quantité notable de fer sous l'influence de la chaleur et de l'air.*

» Enfin M. Ebelmen s'est assuré que dans un cubilot de $1^m,67$ de hauteur marchant au coke, les gaz puisés à $0^m,1$ de profondeur du gueulard ont donné

Acide carbonique..........	12,11
Oxyde de carbone..........	11,98
Hydrogène..............	0,95
Azote..................	74,96

d'où il suit que la colonne de coke n'est pas suffisante pour convertir tout l'acide carbonique en oxyde de carbone, et qu'il y a en outre une certaine quantité d'oxygène qui se porte sur le fer et le scorifie, résultat bien différent du précédent.

§ II. — *Théorie des hauts-fourneaux.*

» Pour suivre facilement les modifications de composition qui surviennent dans la colonne ascendante gazeuse du haut-fourneau, il faut prendre une quantité définie d'azote pour terme de comparaison, par exemple 100 volumes, lesquels représentent $26^{vol.},26$ d'oxygène atmosphérique; dès lors, comme l'azote entré par la tuyère, représenté par 100 volumes, est encore représenté par ce même nombre à sa sortie par le gueulard, il est aisé en y rapportant la composition de chaque tranche de la colonne ascendante, de suivre les changements qui surviennent dans la proportion respective des gaz constituant la colonne.

» Les analyses de M. Ebelmen démontrent bien que la composition de la colonne à une hauteur déterminée est constante, toutes les fois que la durée de l'aspiration des gaz à cette hauteur est suffisamment prolongée, et que d'ailleurs le courant d'air lancé de la tuyère est constant.

» Cependant l'analyse des gaz ne peut donner la composition moyenne de la tranche gazeuse qui se trouve dans l'ouvrage à quelques décimètres de la tuyère; et c'est ici le lieu de rapporter l'explication de M. Ebelmen que nous avons annoncée plus haut (pages 464 et 465), pour expliquer la forte proportion d'oxyde de carbone indiquée par l'analyse dans les gaz puisés à cette partie du fourneau.

» Suivant M. Ebelmen, les matières qui recouvrent le bain de fonte dans le creuset, celles qui adhèrent aux parois intérieures de l'ouvrage, renfermant du silicate de fer à l'état pâteux et du charbon, il y a en conséquence une réduction incessante d'oxyde de fer, qui donne lieu à de l'oxyde de carbone, lequel est aspiré en forte proportion, en même temps que

le gaz de la colonne ascendante, par le tuyau qui sert à recueillir ce dernier.

» Suivons la transformation de la couche d'air pénétrant par la tuyère dans le fourneau et en sortant par le gueulard; son oxygène, converti d'abord en acide carbonique, est bientôt changé en oxyde au moyen d'une quantité de carbone égale à celle de l'acide carbonique; le volume de l'oxygène se trouve ainsi doublé. Cette conversion s'opère dans un espace très-rapproché de celui où l'acide a été produit.

» En même temps la vapeur d'eau atmosphérique introduite avec l'air est réduite en oxyde de carbone et en hydrogène pur.

» S'il ne se produisait pas de silicate de fer, si l'on n'avait pas ajouté au minerai qu'on passe au haut-fourneau des scories qui sont d'une réduction difficile, la tranche arrivée au haut des étalages serait représentée par 100 d'azote, 52,5 d'oxyde de carbone, plus la quantité d'oxyde de carbone produite par l'oxygène de l'eau, plus l'hydrogène de cette eau.

» De la base de la cuve au gueulard l'acide carbonique reparaît et augmente jusque vers le milieu de la cuve, où la proportion en devient constante; en même temps la proportion d'oxyde de carbone diminue, parce qu'il se produit de l'acide carbonique à ses dépens, et dans le quart supérieur de la moitié inférieure de la cuve, il ne se passe pas d'autre phénomène chimique que cette conversion, laquelle donne lieu à une augmentation d'oxygène séparé de l'oxyde de fer du minerai de 12,7 à 17.

» L'hydrogène augmente depuis les étalages jusqu'à 1^{m},33 près du gueulard.

» Il est entendu que c'est dans la moitié inférieure de la cuve que l'eau, l'acide carbonique, en un mot les matières volatiles du minerai, du fondant et du combustible se dégagent.

» En tenant compte de toutes les matières réagissant dans un haut-fourneau, M. Ebelmen arrive aux conclusions suivantes :

» 1°. La cuve d'un haut-fourneau est un appareil où le charbon perd son humidité, de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, où le bois perd son humidité, de l'hydrogène et laisse dégager de l'acide acétique, des oxycarbures et des carbures d'hydrogène, où la castine et le minerai se dépouillent de leur humidité et de leur acide carbonique;

» 2°. Il n'y a aucune action chimique entre le charbon et le minerai;

» 3°. Il n'y aucune action chimique entre le charbon et l'acide carbonique, soit celui qui provient de la castine, soit celui qui a été produit par le combustible et l'oxygène du minerai.

» 4°. La seule action chimique dont la cuve soit le théâtre est la conversion du minerai en fer ou en oxyde magnétique par la réaction de l'oxygène du minerai et de l'oxyde de carbone produit dans les régions inférieures du fourneau;

» 5°. L'hydrogène provenant de la distillation du combustible, aussi bien que celui qui résulte de la décomposition de l'eau hygrométrique de l'air introduit par la tuyère, ne paraît exercer aucune action chimique dans le haut-fourneau;

» Ce résultat est parfaitement d'accord avec les expériences de M. W. Henry, qui démontrent que l'oxygène en présence de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone s'unit de préférence à celui-ci, soit sous l'influence de l'éponge de platine, soit sous l'influence de la chaleur (1).

» Il s'accorde encore avec ce qu'on sait de l'influence de la masse chimique de deux corps susceptibles de s'unir isolément à un troisième, et qui sont en proportions très-différentes relativement à ce dernier, c'est le corps le plus abondant qui entre en combinaison de préférence à l'autre. Eh bien! c'est le cas de l'oxyde de carbone relativement à l'hydrogène dans la colonne ascendante; le premier y est bien plus abondant que le second.

» 6°. La quantité de carbone consommée depuis les étalages jusqu'à l'endroit où les dernières portions d'acide carbonique sont transformées en oxyde de carbone, est de 6 p. 100 du carbone total.

» 7°. Le minerai perd, dans la cuve, les $\frac{28}{33}$ de son oxygène par la réaction de l'oxyde de carbone, et perd les $\frac{5}{33}$ restant depuis les étalages jusqu'à la tuyère, par l'action directe du carbone. Il est probable que le fer commence à se carburer dans la moitié inférieure des étalages, et il est certain que c'est à $0^m,3$ au plus de la tuyère que s'opère la fusion du laitier et de la fonte.

» Suivant M. Ebelmen, l'espace du haut-fourneau où se développe le maximum de chaleur est très-petit, et cela à cause de la rapidité avec laquelle l'acide carbonique devient oxyde de carbone en s'emparant d'une quantité de carbone égale à celle qu'il contient.

» Or, M. Ebelmen, en s'appuyant des expériences de Dulong, établit un résultat bien extraordinaire au premier abord, mais qu'il est difficile de ne pas admettre, *c'est que la conversion de l'acide carbonique en oxyde de*

(1) *Philos. magaz.*, mai 1835 et novembre 1836. *Annales des Mines*, t. XI, p. 383. *Bibliothèque de Genève*, tome VI, page 383.

carbone doit être accompagnée d'un refroidissement considérable; dès lors l'espace du maximum de chaleur doit être très-peu étendu, et, à partir de cet espace, l'effet calorifique de la colonne ascendante sur la colonne descendante doit être bien plus faible qu'il aurait été si l'acide carbonique de la première ne se fût pas changé en oxyde.

» En effet, 2 litres d'oxygène atmosphérique, en produisant 2 litres de gaz acide carbonique, développent une température de 2232°, tandis qu'en produisant 4 litres d'oxyde de carbone, ils ne développent que 780°. Il y a donc une cause agissant incessamment pour abaisser la température de 2232° à 780°.

» Il est évident que l'observation précédente conduit à distinguer, d'une manière toute particulière, les fourneaux à cuve où la matière à traiter est mélangée avec une quantité de combustible suffisante pour changer l'acide carbonique en oxyde de carbone, des fourneaux à réverbère où le combustible est sur une grille, en couche mince, séparée de la matière à traiter.

» Si nous poursuivons, avec M. Ebelmen, la recherche des causes qui rendent nécessaire à la préparation du fer la haute température développée dans un haut-fourneau, nous voyons d'abord que le poids du minerai, du fondant et du combustible qui y entrent, n'est que la moitié du poids de la colonne ascendante qui en sort, et ensuite que la chaleur spécifique des trois matières précitées de la colonne descendante est bien inférieure à celle du gaz de la colonne ascendante; par conséquent ce n'est point l'échauffement du minerai, du fondant et du combustible qui rend raison de la nécessité du maximum si élevé de la chaleur du haut-fourneau.

» Les causes principales du refroidissement de la colonne ascendante dans la cuve, sont la dessiccation du minerai, du fondant et du combustible; l'expulsion de l'acide carbonique du carbonate de chaux de la castine.

» D'un autre côté, nous avons vu combien la conversion de l'acide carbonique en oxyde a d'influence pour refroidir la partie supérieure de l'ouvrage.

» Maintenant il existe une troisième cause de refroidissement de la colonne ascendante, c'est la chaleur qui doit disparaître par le fait de la réduction du fer, ou, en d'autres termes, par le transport de l'oxygène de son oxyde sur l'oxyde de carbone et sur le carbone, effets qui ont lieu successivement dans la cuve d'abord, ensuite dans les étalages, et surtout dans l'ouvrage.

» Dulong ayant démontré que 1 litre d'oxygène, en se combinant au fer,

développe 6216 calories, il faudra que cette chaleur soit restituée lors de la réduction de l'oxyde. Maintenant, sachant que 1 litre d'oxygène, en brûlant 2 litres d'oxyde de carbone, développe 6260 calories, on arrive à ce résultat remarquable, que *dans la cuve où l'oxyde de carbone se change en acide carbonique aux dépens de l'oxygène du minerai de fer, il y a compensation presque exacte entre la cause qui tend à faire devenir latentes* 6216 *calories, et la cause qui tend à en développer* 6260; *conséquemment, dans la cuve le fer se réduit sans effet calorifique sensible de la part de l'oxyde de carbone.*

» Dans la partie inférieure, où la réduction du fer oxydé s'opère en donnant lieu à une formation d'oxyde de carbone, 1 litre de vapeur de carbone, en s'unissant à 1 litre d'oxygène, ne produisant que 1598 calories, tandis qu'il en faut 6216 pour séparer l'oxygène du fer, il est évident qu'*il faudra obtenir de la combustion directe de l'oxygène et du carbone les* 4618 *calories manquant.*

» Ces considérations font voir qu'il y a tout à gagner à réduire par l'oxyde de carbone l'oxyde de fer dans la cuve, plutôt qu'à le réduire dans les étalages et l'ouvrage par l'action directe du carbone, et par conséquent elles font sentir l'avantage qu'il y a d'opérer sur des minerais très-divisés, dont la réduction peut avoir lieu par l'oxyde de carbone, plutôt que sur des oxydes natifs anhydres, et à plus forte raison sur des silicates de fer, qui ne sont pas réductibles par l'oxyde de carbone, du moins à la température de la cuve.

» Les recherches de M. Ebelmen l'ont conduit à donner une explication satisfaisante de la convenance de la forme intérieure du haut-fourneau avec sa destination, explication qui n'est pas certes dénuée d'intérêt, puisqu'elle fournit la preuve *que la pratique, après de nombreux essais sans doute, est parvenue à construire l'appareil pyrotechnique le mieux approprié à la réduction des minerais de fer qu'on y traite*, bien entendu en brûlant les combustibles dont on fait usage aujourd'hui.

» En effet, l'air lancé horizontalement par les machines soufflantes jusqu'au contrevent, s'élève ensuite verticalement dans l'ouvrage en en occupant toute la largeur, et la hauteur de cette partie du fourneau doit être d'autant plus grande que la propriété réfractaire des minerais exige plus impérieusement une température plus élevée et répartie plus uniformément.

» Dans les étalages où l'on peut supposer que commence la carburation du fer et la réduction par le charbon, le contact du gaz avec les matières de la colonne descendante n'étant plus aussi nécessaire que dans l'ouvrage,

on voit comment l'évasement de cette partie du fourneau se trouve justifié.

» Enfin, le minerai perdant la plus grande partie de son oxygène par le contact de l'oxyde de carbone dans la cuve, on voit comment la forme de cette partie du fourneau, en tronc de cône dont la grande base est en bas, resserre les gaz de la colonne ascendante et, les forçant à un contact plus intime et plus prolongé avec le minerai, favorise par là l'action réductive de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de fer.

§ III. — *Emploi des gaz du haut-fourneau comme combustible.*

» Deux circonstances distinctes se présentent lorsqu'il s'agit de tirer parti du gaz des hauts-fourneaux comme combustible.

» La *première* est celle où l'on veut élever à des températures moyennes des masses dont la surface a plus ou moins d'étendue, ainsi que cela a lieu lorsqu'il faut chauffer l'air des machines soufflantes, l'eau d'une machine à vapeur, sécher des minerais, des combustibles, torréfier des bois, réduire en chaux du carbonate calcaire, cuire des briques, etc.

» La *seconde* est celle où l'on veut développer une température considérable, telle que l'exige l'affinage de la fonte et le travail du fer affiné.

» Dans cette dernière circonstance, les gaz doivent être autant que possible privés de vapeur d'eau, et affluer d'une manière constante, aussi bien que l'air destiné à les brûler, dans un espace très-rétréci et voisin de l'orifice d'entrée, afin que la température de cet espace soit constamment très-élevée.

» C'est surtout pour les usages relatifs à la première circonstance que M. Aubertot a tiré parti, dès 1809 à 1811, des gaz combustibles de ses hauts-fourneaux.

» L'emploi des mêmes combustibles dans l'affinage de la fonte et le travail intérieur du fer affiné, conséquence naturelle du travail de M. Aubertot, fixe maintenant sérieusement l'attention des sidérurgistes, et c'est pour le généraliser, pour l'éclairer des lumières de la science, que M. Ebelmen a consacré à cet objet la dernière partie de ses recherches.

» Après avoir donné un aperçu de l'appareil établi par M. Faber-Dufaur, à Vasserhalfingen, pour le puddlage de la fonte, il applique les données de ses analyses aux effets calorifiques résultant de la combustion des gaz du haut-fourneau de Clerval et du haut-fourneau d'Audincourt, en puisant ces gaz au gueulard et dans les diverses parties de la cuve, jusqu'au sommet des étalages inclusivement.

Haut-fourneau de Clerval.

» Les quantités de chaleur développées par minute, en brûlant les gaz supposés secs pris au gueulard, seraient :

	8849,5	calories donnant	1360	degrés centigrades.
A 2^{m},67 au-dessous.....	8483,2	calories donnant	1462	
A 4 au-dessous.....	9484,0	calories donnant	1637	
A 5 ,33 au-dessous.....	10765,0	calories donnant	1826	
A 5 ,67 au-dessous.....	10247,0	calories donnant	1832	

Haut-fourneau d'Audincourt.

» Les quantités de chaleur développées par minute, en brûlant les gaz supposés secs pris au gueulard, seraient :

	13910,0	calories donnant	1298	degrés centigrades.
A 3^{m},33 au-dessous.....	13923	calories donnant	1693	
A 4 ,33 au-dessous.....	14990	calories donnant	1732	
A 5 ,50 au-dessous.....	14529	calories donnant	1850	
A 6 ,67 au-dessous.....	16080	calories donnant	1850	
A 8 ,04 au-dessous.....	15084	calories donnant	1877	

» M. Ebelmen arrive à un résultat bien remarquable, c'est que les *gaz combustibles qui se trouvent dans la colonne ascendante à la sortie du gueulard renferment une quantité de combustible qui, dans le haut-fourneau de Clerval représente* 62 *de chaleur et dans le haut-fourneau d'Audincourt en représente* 67*, le combustible employé en représentant* 100. *Ainsi l'effet utile du combustible consommé dans le haut-fourneau d'Audincourt est réduit au tiers de sa valeur réelle.*

» Ce résultat est plutôt un *minimum* qu'un *maximum*, par la raison que le haut-fourneau d'Audincourt est construit d'après un bon modèle; que dans ses calculs M. Ebelmen a supposé à zéro la température initiale de l'air qui entre dans le fourneau, comme celle des gaz inflammables de la colonne ascendante; qu'il n'a pas tenu compte des matières combustibles dégagées du bois à l'état de composés condensables par l'acide sulfurique. D'après cela, il est évident que la fonte étant liquéfiable à 1200°, la température produite par la combustion des gaz du haut-fourneau sera suffisante pour son affinage et pour l'étirage du fer affiné.

» Mais où puisera-t-on les gaz dans le haut-fourneau? Les prendre dans la moitié inférieure de la cuve serait s'exposer à déranger l'allure du fourneau, et les prendre près du gueulard aurait l'inconvénient de perdre

une portion de leur effet utile. M. Ebelmen pense qu'il serait préférable de les puiser à ce dernier endroit, mais qu'alors il faudrait introduire dans le fourneau des minerais préalablement calcinés à 300°. En adoptant ce procédé on pourrait encore en augmenter le bon effet en mélangeant les minerais divisés avec de la sciure de bois, du poussier de charbon, qu'on moulerait en briquettes, pour les griller ensuite, ainsi que l'un de nous (M. Berthier) a conseillé de le faire depuis longtemps.

» M. Ebelmen, après avoir conduit ses recherches au point où nous sommes arrivés, s'est posé cette question: *ne serait-il pas avantageux, dans beaucoup de cas de métallurgie, de brûler des combustibles à l'état gazeux plutôt qu'à l'état solide?*

» Ainsi, la limite de température que l'on peut atteindre dans des foyers est; en brûlant du charbon par de l'air en excès, 2232° si celui-ci est à zéro, et 2518° s'il est à 300°. Mais cette température est restreinte à un petit espace, à cause de la rapidité avec laquelle l'acide carbonique produit dans un premier instant, est converti en oxyde de carbone dans l'instant suivant.

» Dès lors, quand on brûle le charbon sur la grille d'un four à réverbère au moyen d'un courant d'air forcé, si la couche du combustible est épaisse, il n'y a qu'un très-petit espace près de la grille où la température s'élève, l'acide carbonique, bientôt converti en oxyde de carbone, donnant lieu à un refroidissement; si, au contraire, la couche de charbon est mince, il est bien difficile d'éviter l'excès de l'air; alors cet excès abaisse la température résultant de la formation de l'acide carbonique. En définitive, on voit donc, par la difficulté d'éviter ces extrêmes, combien il est difficile d'obtenir tout l'effet utile du charbon.

» C'est en partant de ces considérations que M. Ebelmen a construit un petit fourneau au moyen duquel l'oxyde de carbone produit par l'oxygène atmosphérique qui avait traversé une couche de charbon suffisamment épaisse, a été brûlé ensuite, pourvu encore de toute sa chaleur sensible, dans un four convenablement construit où affluait de l'air chaud: la température ainsi développée suffisait pour liquéfier la fonte.

» Enfin M. Ebelmen, après avoir reconnu l'impossibilité de brûler avec avantage le charbon d'un haut-fourneau avec l'eau, parce que dans la réaction des corps il y a trop de chaleur qui devient latente, a imaginé de faire arriver immédiatement au-dessus de la grille du petit fourneau précité un courant de vapeur d'eau pendant que de l'air arrive par-dessous la grille; à l'aide de cet artifice, il a obtenu un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène

dont la combustion a développé assez de chaleur pour liquéfier la fonte. *Mais le fait que ce dernier essai révèle, c'est la possibilité de développer la chaleur nécessaire au travail du fer en employant des anthracites, des houilles sèches et terreuses de mauvaise qualité, du fraisil des halles, du poussier de charbon, des tourbes, etc., qui ne peuvent l'être, du moins avantageusement, dans les procédés ordinaires de combustion.*

» Il est à désirer que M. Ebelmen continue ces essais; si le succès les couronnait, ce serait un beau complément de l'idée première qu'on a eue d'employer la flamme perdue des hauts-fourneaux. Il est à désirer encore que M. Ebelmen puisse se livrer aux expériences qu'il projette sur la détermination des températures des diverses parties du haut-fourneau, car, quelle que soit la probabilité de l'exactitude de température qu'il leur a assignée, en partant des données les plus exactes que la physique possède aujourd'hui, cependant un contrôle expérimental ne peut être qu'extrêmement utile, quels qu'en soient les résultats.

» Telles sont les recherches qui ont été renvoyées à notre examen. L'étendue du compte que nous venons d'en rendre est justifiée sans doute auprès de l'Académie par l'importance du sujet, les difficultés qu'il présentait, l'habileté avec laquelle elles ont été surmontées, et la précision des résultats obtenus. Grâce à ces recherches, nous avons maintenant une idée juste de ce qu'est réellement un haut-fourneau; nous savons que la température élevée de la moitié inférieure de l'ouvrage, n'est développée qu'à la condition d'un grand abaissement de température, résultant de la transformation de l'acide carbonique, premier produit de la combustion, en oxyde de carbone, et nous savons de plus que, par une sorte de compensation, cet oxyde gazeux est capable de réduire dans la cuve les $\frac{4}{5}$ du minerai; enfin nous savons qu'il y a moins que le tiers de la chaleur développée qui soit employée utilement, et dès lors nous sommes en mesure d'apprécier toutes les conséquences utiles de l'heureuse idée qu'a eue M. Aubertot, de tirer parti de la flamme perdue de ses hauts-fourneaux.

» M. Ebelmen, en se livrant à ses recherches, nous semble avoir parfaitement compris les obligations que lui imposaient ses titres d'ingénieur des mines, de professeur de docimasie et de savant. Nous pensons que des travaux comme le sien ne peuvent être trop encouragés, non-seulement par l'administration qui y préside, et dont ils deviennent un des titres les plus recommandables à l'estime publique, mais encore par l'Académie, car l'application des éléments théoriques aux grandes opérations des arts offre un excellent moyen de contrôler ces éléments, en même temps qu'elle peut

conduire à des découvertes purement scientifiques, par l'occasion qu'elle fournit souvent d'apercevoir des phénomènes qui ne peuvent être prévus dans le cabinet, ni se manifester à l'observation dans un laboratoire.

» En terminant ce rapport nous croyons faire une chose juste et convenable en nommant ici M. A. Bouchot, l'un des propriétaires des usines de Clerval, et M. Jeanmaire, directeur de la compagnie d'Audincourt, à cause de l'empressement qu'ils ont mis à donner à M. Ebelmen tous les moyens qui étaient en leur pouvoir de faciliter ses recherches, et de les conduire à bonne fin.

Conclusions.

» Si le travail que nous venons d'examiner n'avait pas été le résultat d'une mission donnée à l'auteur par M. Legrand, sous-secrétaire d'État, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, et si, à cause de cette circonstance, il ne devait pas faire partie des publications de l'administration des Mines, nous en aurions demandé l'impression dans le *Recueil des Savants étrangers;* mais le motif que nous venons d'exposer s'opposant à ce qu'il soit l'objet de cette distinction, nous avons l'honneur de proposer à l'Académie *qu'elle veuille bien l'approuver et engager M. Ebelmen à continuer ses recherches.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains tertiaires de la Toscane; par* M. **H.** DE COLLEGNO. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Cordier, Élie de Beaumont.)

« J'avais cherché, dans deux Mémoires que je présentai à l'Académie en 1836 et en 1838 (1), à faire connaître les relations des diverses formations tertiaires dans le nord-ouest de l'Italie, et j'étais arrivé à conclure que des trois étages tertiaires admis généralement aujourd'hui, le moyen et le supérieur se trouvaient seuls représentés en Piémont et en Lombardie; et que l'étage moyen reposait immédiatement sur la partie supérieure de la formation crétacée qui paraît au jour à Gassino et sur quelques autres

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. II, p. 64; t. IV, p. 819 et t. VII, p. 232.

points des collines de Superga. Ces conclusions ont été attaquées par divers géologues : on a dit que la séparation des terrains tertiaires de Superga en deux étages n'était pas suffisamment motivée par les caractères paléontologiques de ces deux étages; on a dit encore que rien ne justifiait l'âge que j'assignais au calcaire à nummulites de Gassino, et que ce calcaire devait être compris dans l'état tertiaire *moyen*.

» J'ai dû en conséquence chercher de nouvelles preuves à l'appui de ce que j'avais énoncé; j'ai visité de nouveau les localités que j'avais étudiées en 1835 et 1836, et les observations que j'ai faites en 1841 dans le nord-ouest de l'Italie m'ont démontré non-seulement que les terrains tertiaires y appartiennent à deux étages distincts, mais encore qu'une partie des mollasses qui s'appuient sur le revers méridional des Alpes doit être rapportée à la formation crétacée. Telles sont les mollasses de la Brianza, dont la liaison avec les poudingues à hippurites de *Sirone* est incontestable, et qui d'ailleurs contiennent à *Viganò* des fucoïdes crétacées extrêmement abondantes.

» En 1841, j'ai visité de nouvelles localités, et l'étude des terrains de la Toscane m'a paru confirmer de tout point les idées que j'avais émises il y a quelques années sur la distribution des terrains du nord-ouest de l'Italie. En effet, on reconnaît en Toscane un calcaire nummulitique faisant indubitablement partie de la formation crétacée; un poudingue à cailloux serpentineux identique avec celui de Superga, et des marnes bleues qui reposent en stratification discordante sur les poudingues serpentineux. La fin de la période tertiaire moyenne a été signalée en Toscane par l'apparition des filons granitiques et métallifères de l'île d'Elbe et des *maremmes*. Après le dépôt des marnes bleues subapennines, le sol de la contrée a été disloqué suivant une ligne dirigée du nord 5° ouest au sud 5° est. L'âge récent de cette ligne de fracture est prouvé par les communications qui s'y sont conservées avec l'intérieur, aux *lagoni* de *Montecerboli*, aux bains de *Morbo*, etc. La direction de cette ligne de dislocation est parallèle à celle du système du Ténare de MM. Boblaye et Virlet, système auquel MM. Dufrénoy et É. de Beaumont rapportent les soulèvements qui ont fait naître les évents volcaniques du littoral du sud-ouest de l'Italie. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de l'induction des courants par les courants; par* M. ABRIA. 3e Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Ce Mémoire renferme les résultats auxquels je suis arrivé en étudiant

les phénomènes d'induction à l'aide du galvanomètre. On mesure alors très-probablement, ainsi que M. Henri l'a remarqué, la quantité totale d'électricité induite, et l'on trouve qu'elle varie en raison directe du nombre des éléments du système inducteur et de leur quantité d'électricité. Sous ce rapport et sous celui de l'influence qu'exerce la distance, les conséquences s'accordent avec celles que l'on déduit du procédé d'aimantation.

» Elle est aussi proportionnelle à la section du fil induit et varie en raison inverse de la longueur *réduite* du circuit parcouru par l'électricité induite. On n'observe pas alors de réaction entre les diverses parties du système induit, comme ceci a lieu lorsqu'on analyse les mêmes phénomènes par le degré de magnétisme développé ou par les secousses.

» Lorsqu'un courant voltaïque est rompu, il exerce une induction sur son propre conducteur : à l'aide d'un appareil très-simple, j'ai pu recueillir sous forme de courant l'électricité induite, et j'ai observé que l'effet d'induction du courant primaire sur un conducteur voisin diminue lorsque le courant induit dans son propre conducteur peut s'établir : l'intensité du courant induit dans le conducteur traversé par le courant voltaïque n'est pas influencée par le fil secondaire, que ce dernier soit ouvert ou fermé. Ce résultat et ceux que j'ai rapportés dans mon dernier Mémoire sur la réaction de plusieurs spirales induites s'expliquent facilement dans l'hypothèse qui attribue les phénomènes d'induction à un mouvement vibratoire émané du fil inducteur : il me paraît très-difficile d'en rendre compte dans celle où les forces émanées du fil dépendent uniquement de la distance. »

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur le gisement et l'exploitation de l'or au Brésil; par* M. **A. Pissis**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Berthier, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Ce Mémoire est divisé en deux parties, l'une entièrement consacrée à déterminer la position géologique des roches aurifères, l'autre renfermant un exposé des méthodes actuellement employées pour le traitement de ces minerais. Il résulte des faits qui y sont exposés, que les terrains aurifères occupent au Brésil un espace considérable, s'étendant du nord-est au sud-ouest sur une longueur de plus *de quatre cents lieues;* ils viennent tous se terminer à une chaîne de montagnes connue sous le nom de Serra-da-Mantiqueira, qui en forme la limite orientale. La limite occidentale n'est pas encore déterminée, ces terrains s'étendant jusque dans la province de Matto-grosso, couverte de forêts et à peine connue.

» Les roches qui constituent ces terrains se rapportent presque toutes à la période primitive, les unes occupant la partie supérieure du grand étage des gneiss, les autres se rapportant à l'étage des talcites phylladiformes. Les seules roches qui n'appartiennent pas à cette période sont le tapanhoacango et les cascalhos; elles sont évidemment formées des débris des couches primitives, et l'or qu'elles renferment doit se rapporter à la même époque.

» La partie de l'étage gneissique, où l'or commence à se montrer, présente un ensemble de caractères qui permet toujours de la distinguer de celle qui, plus inférieure, s'étend à l'est et au sud-est de la chaîne de la Mantiqueira. Le gneiss y alterne fréquemment avec de puissantes couches de quarzite à gros grain et quelquefois avec des talcites. On y trouve en outre beaucoup d'oxyde de manganèse, de la tourmaline et des pyrites, substances presque inconnues dans la partie inférieure du même groupe. L'or se montre uniquement dans des couches de quartz compactes ou des amas lenticulaires de la même substance qui alternent avec le gneiss. Il est disséminé dans toute la masse quarzeuse ou dans les pyrites plus ou moins altérées qui l'accompagnent.

» Dans l'étage des talcites phylladiformes les roches aurifères sont plus variées; vers la partie inférieure occupée par des talcites rougeâtres, ce sont des couches de quartz compactes entièrement semblables à celles du groupe gneissique, où l'or se trouve le plus souvent associé à des pyrites arsénicales et de la tourmaline. Les quarzites talcifères qui viennent reposer sur ces premières couches alternent également avec des quartz compactes; mais l'or se montre aussi dans le quarzite lui-même, où il occupe des espèces de niches formées à la surface des strates, et offrant beaucoup d'analogie avec celles des surfaces luisantes et ondulées qui se rencontrent dans les schistes de la formation carbonifère.

» L'étage le plus riche en or est celui des itabirites qui succèdent immédiatement aux quarzites talcifères. Parmi les nombreuses couches que forme cette roche sur les versants des principales chaînes de la province de Minas-géraës, il en est quelques-unes où l'oxyde de manganèse a presque entièrement remplacé l'oligiste; ces couches, beaucoup plus tendres que les autres et d'un gris foncé, ont reçu le nom de jacutinga. Ce sont les seules qui renferment l'or; elles alternent avec des quartz compactes où ce métal occupe de petites cavités; mais la majeure partie se trouve dans des veines de jacutinga beaucoup plus tendres que le reste de la roche et

dans lesquelles il est disséminé soit en petits grains qui affectent souvent des formes cristallines, soit en dendrites ou en petites lames dont l'épaisseur dépasse rarement deux ou trois millimètres.

» Les itabirites forment la limite supérieure des roches aurifères, et dans les couches qui les recouvrent, telles que les talcites friables, les quarzites talcifères et les calcaires, l'or cesse entièrement de se montrer. On ne le rencontre plus à partir de ce point que dans le tapanhoacango, espèce de brèche formée de gros fragments d'itabirite. Elle se produit partout où cette dernière roche est à découvert, et renferme conséquemment les mêmes espèces minérales.

» Quant aux cascalhos, ce nom est indifféremment donné par les mineurs brésiliens à tout amas de galets, soit qu'ils existent à une certaine élévation au-dessus du lit actuel des rivières, soit qu'ils se trouvent au même niveau. Dans tous les cas ils ne sont jamais l'objet de grande exploitation, et la presque totalité de l'or du Brésil provient des roches en place. »

OPTIQUE. — *Troisième Mémoire sur la théorie de l'œil; par* M. VALLÉE. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Le Mémoire que présente aujourd'hui M. Vallée se compose de deux chapitres, qui forment les 5e et 6e de l'ouvrage entier.

» Dans le 5e il compose l'œil, *à priori*, en supposant l'humeur vitrée homogène. Il discute les chiffres obtenus par les physiciens et les anatomistes; il les compare, et il applique le calcul à ceux qui ne lui paraissent pas exacts. Il admet d'abord, § 20, § 21 et § 22 les dimensions de l'œil décrit par Sœmmering, et dans le § 23 celles que le docteur Kranse a prises sur l'œil désigné par lui sous le n° 1.

» Dans le § 20, après avoir discuté les indices de l'humeur aqueuse et du corps vitré, tel qu'on l'a considéré jusqu'ici, M. Vallée calcule l'indice moyen du cristallin, pour que le foyer soit sur la rétine, et il trouve cet indice égal à 1,4376. Euler, par des expériences directes, l'a trouvé de 1,384. M. Vallée examine les causes qui pourraient expliquer cette différence de chiffres, toujours dans l'hypothèse d'un corps vitré homogène.

» Dans le § 21, il compose le cristallin successivement d'un noyau enveloppé de quatre couches; en tout neuf milieux, et d'un noyau et de deux couches; en tout cinq milieux. Comparant les indices obtenus par M. Chos-

sat, pour l'homme et pour plusieurs animaux, il parvient à des indices qui lui paraissent satisfaisants, et conclut du calcul que les couches du cristallin n'ont pas pour objet de rendre la vision nette à des distances différentes, et que, pour la vision dans la direction de l'axe optique, ce corps agit comme s'il était homogène.

» Dans le § 22, M. Vallée détermine l'étendue que prennent les images quand on passe de la distance $0^m,25$, pour laquelle il a combiné l'œil, à la distance infinie. Il fait le calcul pour le bleu, le rouge et le violet. Les résultats s'accordent à peu près avec ceux du premier Mémoire, qui avaient été obtenus par des considérations différentes. Tout ce qui concerne l'augmentation de courbure de la cornée, le déplacement du cristallin et l'allongement de l'œil pour produire la vision nette à des distances différentes, est ensuite examiné à l'aide du calcul.

» L'œil décrit par Sœmmering et l'œil n° 1 décrit par le docteur Kranse ayant des dimensions entre lesquelles sont comprises celles de la plupart des yeux, M. Vallée fait les mêmes calculs pour ce dernier œil et trouve des résultats presque pareils; le résultat de cette discussion le conduit ainsi à conclure contre la théorie qui, admettant l'homogénéité de l'humeur vitrée, prétendrait fonder la vision sur les déformations du globe oculaire et le déplacement du cristallin.

» Dans le chapitre 6, l'auteur s'attache d'abord à démontrer que l'humeur vitrée n'est pas homogène; il développe ensuite la théorie qu'il a présentée en 1821 et dans laquelle l'œil est supposé invariable de figure. Les couches de l'humeur vitrée étant de plus en plus denses en approchant de la rétine, les rayons la traversent en lignes courbes, et le pinceau de rayons réfractés correspondant à un point rayonnant présente une pointe extérieurement et longitudinalement concave. Ce pinceau réunit donc les rayons, bien qu'ils soient de couleurs différentes. Le foyer du violet, dans les réfractions de la cornée et du cristallin, s'éloigne de plus en plus de celui du rouge; dans les réfractions de l'humeur vitrée, au contraire, il s'en approche de plus en plus, ce qui donne un premier moyen d'achromatisme par voie de compensations de réfrangibilités. Un second moyen est fourni par la forme curviligne des pinceaux; en effet, dit M. Vallée, il fallait deux moyens d'achromatisme pour que l'œil à toutes les distances donnât des images non irisées.

» En 1821 il n'avait pas les données nécessaires pour vérifier par des calculs les avantages de sa théorie. Il a pu, à l'aide des données qu'il a mainte-

nant, faire ces calculs qui ont eu pour résultat de lui prouver que, tout en fournissant une explication de l'achromatisme, la théorie de 1821 était encore très-imparfaite.

» M. Vallée a été amené par ces considérations, et par un théorème qu'il a démontré directement dans le deuxième Mémoire, à admettre les changements de figure de l'œil.

» Il expose sa nouvelle théorie dans le § 26. Il revient d'abord sur les variations de densité des diverses parties de l'humeur vitrée, et, après avoir discuté la figure des couches, il calcule les déformations nécessaires pour que la vision s'opère nettement de la distance de $0^m,25$ jusqu'à l'infini. Il trouve qu'une diminution du rayon de la cornée de $0^m,349$, un déplacement du cristallin d'arrière en avant de $0^{mm},300$, et un allongement de l'œil de $0^{mm},278$, quantités bien petites, suffisent aux besoins de l'organe.

» Dans le § 28, M. Vallée explique comment la seule action de l'iris, abstraction faite du secours des muscles, secours qui sera examiné dans le quatrième Mémoire, peut produire les déformations dont il s'agit. Les parties externes des procès ciliaires étant affaissées par le gonflement de l'iris, le rétrécissement de la prunelle et le resserrement de l'œil, le corps ciliaire se porte en arrière dans l'humeur vitrée, et le cristallin se trouve poussé d'arrière en avant. L'iris semble donc avoir une très-grande action dont l'examen occupe les paragraphes 27 et 28. L'utilité de l'iris n'étant pas bornée à rétrécir et ouvrir la prunelle, mais encore à allonger l'œil et à le raccourcir, c'est pour cela, selon M. Vallée, qu'il est composé de deux feuillets superposés. Ces feuillets et les vaisseaux flexueux circulaires et rayonnants qu'ils présentent paraissent être en effet tels qu'il convient qu'ils soient pour agir sur la prunelle et pour pouvoir en même temps soutenir le globe oculaire contre l'action qui rétrécit la prunelle, ou le laisser céder entièrement à cette action. L'auteur appuie son opinion sur plusieurs faits, et notamment sur la difficulté de voir quand on entre le jour dans un lieu tout à fait obscur. Ce phénomène ne peut pas résulter de la nécessité d'oublier une impression vive, car sa durée n'excéderait pas 8 tierces. M. Vallée pense que l'iris est chargé de beaucoup de sang pour fonctionner dans un lieu très-éclairé, et qu'il ne peut pas en expulser une partie par les veinules sans un temps un peu long, pendant lequel la vision est gênée dans un lieu obscur. »

CHIRURGIE. — *Mémoire sur une nouvelle opération d'urétroplastie; par* M. **Ségalas**.

Ce Mémoire est accompagné de la lettre suivante :

« La nouvelle opération d'*urétroplastie*, qui fait l'objet du Mémoire que j'ai l'honneur d'adresser aujourd'hui à l'Académie a eu le résultat que j'en attendais, la guérison du malade qui en était le sujet; et cela sans le moindre accident, sans le plus petit mouvement de fièvre.

» D'abord, sous l'influence d'une sonde introduite dans la vessie par le périnée, les parties que je voulais réunir sont restées à l'abri du liquide sécrété par les reins, et l'autoplastie a réussi à l'urètre comme elle réussit ailleurs; ensuite, de même que chez le malade dont j'ai publié l'histoire dans ma lettre à M. Dieffenbach, une fois que le canal a été restauré antérieurement, et qu'en arrière l'ouverture artificielle n'a plus été maintenue par le corps étranger, celle-ci n'a pas tardé à se fermer complétement.

» Ainsi, voilà une troisième urétroplastie faite par mon procédé, c'est-à-dire, *en écartant provisoirement l'urine de sa voie naturelle, à l'aide d'une sonde portée dans la vessie par le périnée.* J'ose espérer que MM. les commissaires qui m'ont été désignés par l'Académie voudront bien constater l'état présent de l'individu qui a été soumis à l'opération. C'est dans le but d'aider à leurs souvenirs que j'ai l'honneur d'adresser :

» 1°. La relation de ce que j'ai observé avant, pendant et après le traitement;

» 2°. Trois dessins exécutés sous mes yeux, savoir :

» Un premier représentant l'état des parties avant toute opération;

» Un second montrant leur aspect après l'établissement d'une sonde dans l'urètre;

» Un troisième indiquant les conditions de ces mêmes parties après la guérison.

» Le travail que je présente aujourd'hui fait suite à ma Lettre à M. Dieffenbach, qui est admise au concours Montyon; c'est la raison pour laquelle j'adresse cette nouvelle notice avant le 1er avril. Néanmoins, je désirerais fort que la Commission spéciale nommée pour observer le malade dont il s'agit voulût bien faire à son sujet un rapport spécial. »

Cette Commission, qui se compose de MM. Larrey, Magendie et Breschet, sera invitée à constater l'état actuel de l'individu qui a été soumis à l'opération.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur la lithotritie dans les cas compliqués de rétention d'urine, et sur un nouveau moyen d'extraire les fragments de la vessie ; par* M. **Mercier**.

(Commission nommée pour un précédent Mémoire.)

« Le nouveau moyen que je fais connaître, dit M. Mercier, consiste dans l'emploi d'une sonde à double *courant* construite d'après des principes tout autres que celles dont on a fait usage jusqu'à présent. Mon instrument, dont je donne la description et la figure, remplit autant que possible, si je ne m'abuse, le but que je me suis proposé; et si l'Académie veut bien me désigner des commissaires, je me ferai un devoir d'en faire sous leurs yeux l'application. Je l'ai déjà employé avec le plus grand succès sur trois malades, dont deux étaient affectés d'une rétention d'urine presque complète. »

M. **Boissonneau** adresse un Mémoire ayant pour titre : *De la recuite des cristaux et de leur densité.*

(Commissaires, MM. Brongniart, Berthier.)

M. **Thilorier** présente une Note relative *à l'appréciation de la force dynamique résultant de la compression et de la dilatation des gaz.*

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

M. **Coulvier-Gravier** adresse de nouvelles observations sur la direction des *étoiles filantes,* qu'il considère comme pouvant indiquer quelque temps à l'avance certains changements de temps.

(Commission précédemment nommée.)

M. **Courbebaisse** envoie une addition à sa Note sur la *navigation par la vapeur.*

(Commission précédemment nommée.)

M. **Modeste Claudel** adresse une nouvelle démonstration du théorème concernant la *somme de trois angles d'un triangle.*

(M. Sturm est prié de prendre connaissance de cette Note.)

M. de Beurges adresse des échantillons de son *papier de sûreté*, afin de mettre les membres de la Commission en état de juger si le dédoublage de ce papier peut, comme on l'a avancé, s'exécuter sans qu'il reste de traces de cette manœuvre.

M. Quinet adresse les résultats des épreuves auxquelles il a soumis plusieurs des papiers qu'on a présentés comme *papiers de sûreté*, résultats qui prouvent, suivant lui, que ces papiers sont loin d'offrir les garanties que leur attribuaient les inventeurs. M. Quinet, dans sa lettre d'envoi, fait quelques remarques concernant l'époque à laquelle il avait présenté ses propres papiers au concours ouvert par M. le ministre des Finances.

(Les pièces adressées par M. Quinet et celles qui l'ont été par M. de Beurges, sont renvoyées à l'examen de la Commission des papiers de sûreté.)

L'Académie reçoit plusieurs Mémoires adressés pour différents concours, savoir :

Pour le concours au *Prix extraordinaire concernant la vaccine*, quatre Mémoires inscrits sous les nos 19, 20, 21 et 22;

Pour le concours aux *Prix de Médecine et de Chirurgie*, année 1842, deux Mémoires inscrits sous les nos 5 et 6;

Pour le concours au *Prix concernant les morts apparentes*, un Mémoire inscrit sous le no 5;

Pour le concours au *Prix de Physiologie expérimentale*, un Mémoire inscrit sous le no 2;

Pour le concours au *Prix concernant les Arts insalubres*, un Mémoire inscrit sous le no 1.

CORRESPONDANCE.

M. Pariset prie l'Académie de vouloir bien comprendre son nom parmi ceux qui seront inscrits sur la liste des candidats pour la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Costaz*. M. Pariset annonce d'ailleurs que, cette fois, son intention n'est point de faire concurrence à un

candidat qui, présenté précédemment, avait réuni un grand nombre de suffrages.

(Renvoi à la Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place vacante.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur les inégalités introduites dans la longitude des planètes, par les variations à longue période de leurs éléments; par* M. **Le Verrier**.

« Je travaille depuis longtemps à revoir scrupuleusement la théorie des perturbations périodiques des principales planètes. Sur plusieurs points mes recherches sont achevées, et j'aurai l'honneur de les soumettre incessamment à l'Académie. Je me suis appliqué à multiplier les vérifications de manière à ce que toute chance d'erreur disparaisse, et j'ai tâché surtout que ces vérifications fussent de nature à être mises sous les yeux du lecteur.

» Une des plus importantes, parce qu'elle embrasse tous les calculs, consiste en ce que si $(in - i'n')$ est une petite quantité par rapport à n (n et n' désignant les moyens mouvements de la planète troublée et de la planète troublante), il n'en saurait résulter dans la longitude aucun terme d'ordre supérieur, dépendant de l'argument $(i+1)n - i'n'$. Je vois cependant, dans le *Compte rendu* de l'avant-dernière séance de l'Académie (page 406), que M. Delaunay annonce un terme de cette espèce dans la longitude d'Uranus. Il dépendrait de l'argument $4n^{\text{vi}} - n^{\text{v}}$, l'angle $3n^{\text{vi}} - n^{\text{v}}$ étant fort petit. On peut, ce me semble, démontrer simplement qu'un pareil terme n'existe pas réellement.

» Soit $in - i'n'$ un petit diviseur dont l'ordre est égal à la quantité positive $i - i'$. On sait, par la théorie du VIe livre de la *Mécanique céleste*, et par celle des constantes arbitraires, que les inégalités de la longitude qui dérivent de ce diviseur, ne peuvent provenir que de la variation de l'excentricité et de celle du périhélie. On les obtient par les formules

$$\delta v = 2\delta e \sin(nt + \varepsilon - \varpi) - 2e\,\delta\varpi \cos(nt + \varepsilon - \varpi),$$

$$\delta e = -\frac{an}{e}\int \frac{d\mathrm{R}}{d\varpi}\,dt,$$

$$\delta\varpi = \frac{an}{e}\int \frac{d\mathrm{R}}{de}\,dt;$$

toutes ces notations sont bien connues.

» D'autre part, un terme quelconque de R, correspondant à l'argument $in - i'n'$, et de l'ordre le moins élevé, est toujours de la forme suivante :

$$Me^h \cos(int - i'n't + i\varepsilon - i'\varepsilon' - \psi - h\varpi),$$

l'exposant h de l'excentricité e étant égal au multiplicateur de $-\varpi$ sous le signe cosinus. On en déduit successivement

$$\delta e = \frac{anh\, e^{h-1}\,M}{in - i'n'}\cos(int - i'n't + i\varepsilon - i'\varepsilon' - \psi - h\varpi),$$

$$\delta\varpi = \frac{anh\, e^{h-2}\,M}{in - i'n'}\sin(int - i'n't + i\varepsilon - i'\varepsilon' - \psi - h\varpi),$$

$$\delta v = -\frac{2anh\, e^{h-1}\,M}{in - i'n'}\sin[(i-1)nt - i'n't + (i-1)\varepsilon - i'\varepsilon' - \psi - (h-1)\varpi];$$

et l'on voit que δv ne renferme aucun terme dépendant de l'argument $(i+1)n - i'n'$. Ce terme s'évanouit, à cause de la forme particulière du développement de la fonction perturbatrice, et de celle des expressions différentielles des variations de l'excentricité et du périhélie.

» Vers la fin de 1838, l'erreur croissante des tables d'Uranus s'élevait à 70″ pour la longitude. J'avais d'abord espéré que les perturbations nouvellement annoncées feraient disparaître ces erreurs, après qu'elles auraient été introduites dans la détermination des éléments. Mais l'une d'elles n'existe pas; et il a été tenu compte de celle dont l'argument est $2n^{\text{vi}} - n^{\text{v}}$ dans la construction des tables. Les perturbations indiquées par M. Hansen ont dû, à cause de la période de 1600 ans de l'inégalité du moyen mouvement, se confondre avec la détermination du moyen mouvement elliptique, et l'erreur qui en peut résulter sur la longitude actuelle de la planète est insensible. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les phénomènes électriques de la torpille.* — Extrait d'un Mémoire lu par M. **Zantedschi**, au congrès scientifique de Florence, le 29 septembre 1841.

« L'Académie des Sciences de Paris, à propos des expériences faites par M. Matteucci sur la torpille, exprima le désir de voir ces expériences répétées par les physiciens qui étaient en position de le faire. (*Comptes rendus*, t. V, page 797.) J'ai l'honneur de lui adresser, en conséquence, un résumé des expériences que j'ai faites sur 36 de ces poissons (*Torpedo Galvani*), dans

les années 1840 et 1841. J'ai employé dans mes expériences un galvanomètre ordinaire de Nobili; les deux extrémités du fil du galvanomètre étaient soudées à deux lames de platine fixées à deux manches en bois.

» 1°. Torpille vivante;

A. *Sans contractions et décharge sensible ;*

» a. Tous les points du dos de la torpille sont positifs par rapport à tous les points du bas-ventre.

» b. Tous les points de la peau du dos, qui sont le plus rapprochés de la tête de la torpille, sont le plus positifs par rapport à ceux qui en sont plus éloignés ; de même les points du bas-ventre les plus rapprochés de la tête, sont le plus négatifs relativement aux points qui en sont plus éloignés. Dans ces expériences les déviations sont de 5° à 6° ;

» B. Lorsque la torpille se décharge, les résultats sont encore les mêmes, mais les déviations sont très-grandes, ce qui est conforme aux observations de M. Matteucci.

» Quand l'animal est doué d'une très-grande vitalité, la décharge se fait sentir, quel que soit le point touché de son corps; mais au fur et à mesure que la vie s'affaiblit, comme l'a bien observé M. Matteucci, la région dans laquelle la décharge est sensible se réduit aux points correspondants aux organes électriques. Les décharges se renouvellent quelquefois avec une très-grande rapidité, et c'est alors, comme M. Matteucci l'a observé, que les déviations sont très-grandes.

» Les signes de la décharge peuvent s'obtenir au galvanomètre sans que les extrémités en platine touchent directement l'animal; on les obtient également, quand ces extrémités plongent dans l'eau salée dans laquelle se trouve la torpille, et enfin on les obtient encore quand la décharge a lieu en touchant avec la main les deux faces du poisson. Tous ces faits ne font que prouver ce que M. Matteucci a dernièrement découvert et publié dans les Archives de M. de la Rive, sur la diffusion extraordinaire de la décharge électrique de la torpille. J'ai complétement vérifié les résultats de M. Matteucci, qui prouvent que la torpille *ne peut pas* diriger la décharge *où elle veut*. Les contractions musculaires de la torpille ne sont pas dans tous les cas suivies de décharges électriques, ce qui peut aisément se constater sur la torpille affaiblie, et ce qui prouve que la manière de fonctionner des organes électriques de ce poisson n'est pas celle que Volta avait supposée. La direction de la décharge de la torpille est constante, même quand les deux lames du galvanomètre sont plongées entre la peau et la surface des

organes électriques. Cette observation est encore due à M. Matteucci, qui l'a vérifiée tout dernièrement.

» Après avoir découvert le cerveau de la torpille vivante, j'ai trouvé que la seule partie de cet organe, qui ne peut être enlevée sans que la décharge électrique cesse à jamais, c'est le *lobe électrique* découvert par M. Matteucci. D'après mes observations anatomiques, ce lobe résulte d'un renflement de la moelle allongée, duquel partent les nerfs de la cinquième et de la huitième paire.

» Lorsque la torpille est morte, le courant a une direction opposée à celle qu'il avait pendant la vie; mais les signes du courant sont dans ce cas très-affaiblis, et pour les obtenir un peu plus sensibles, il faut plonger les lames du galvanomètre entre la peau et la surface des organes électriques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles combinaisons de la série de l'indigo; par* M. LAURENT.

« Lorsque l'on fait passer un courant d'acide sulfureux sur de l'isatine, il n'y a pas de réaction. Mais si l'on combine préalablement l'isatine avec la potasse, ou bien si l'on traite cette substance par le bisulfite de potasse, on obtient un beau sel bien cristallisé, c'est l'*isatosulfite de potasse*, sel qui m'a présenté un nouveau type de cristaux.

» Sa composition peut se représenter par la formule suivante

$$C^{32}H^{10}Az^2O^4 + 2SO^2 + KO + 5Aq,$$

c'est-à-dire par de l'isatine, de l'acide sulfureux et de la potasse. Il est isomère avec le sulfindigotate de potasse, mais il possède des propriétés tout à fait différentes.

» Sous l'influence des acides, il donne un précipité d'isatine et un dégagement d'acide sulfureux. Avec le chlore, il se transforme en isatine ou chlorisatinase et en acide sulfurique. Versé dans une dissolution de nitrate d'argent, il forme un précipité qui est un mélange d'isatine et de sulfite d'argent. Mais si l'on emploie une solution ammoniacale de nitrate d'argent, l'on obtient un précipité d'un beau rouge carmin dont la composition peut se représenter par un équivalent de sulfite d'argent plus un équivalent d'isatine

$$C^{32}H^{10}Az^2O^4 + SO^2 + AgO;$$

par l'acide hydrochlorique il se transforme en isatine, acide sulfureux et chlorure d'argent.

» Si dans une dissolution bouillante d'isatine on jette du sulfite d'argent et quelques gouttes d'ammoniaque, le sulfite d'argent disparaît et fait place à un précipité carmin dont la composition se représente par un équivalent d'isatine plus un équivalent d'oxyde d'argent

$$C^{32}H^{10}Az^{2}O^{4} + AgO.$$

» Le bisulfite d'ammoniaque dissout l'isatine et donne un sel cristallisé dont la formule est

$$C^{32}H^{10}Az^{2}O^{4} + 2SO^{2} + H^{8}Az^{2}O.$$

Avec les sels d'argent et divers réactifs, il ne se comporte pas toujours comme le sel de potasse.

» Le chlorisatinase et le bisulfite de potasse forment un sel dont la composition est analogue à celle de l'isatosulfite de potasse. Sa formule est

$$C^{32}H^{8}Cl^{2}Az^{2}O^{4} + 2SO^{2} + KO.$$

» Le chlorisatinèse et le bisulfite de potasse, ou bien le chlorisatinèse de potasse et l'acide sulfureux donnent naissance à un composé analogue,

$$C^{32}H^{6}Cl^{4}Az^{2}O^{4} + 2SO^{2} + KO.$$

» Le bromisatinèse donne de même

$$C^{32}H^{6}Br^{4}Az^{2}O^{4} + 2SO^{2} + KO.$$

» Le sulfite neutre de soude dissout l'isatine, tandis que le sulfite neutre de potasse est sans action.

» Le phosphite neutre de soude dissout également l'isatine.

» Tous les composés formés par l'acide sulfureux prouvent, de la manière la plus évidente, que les idées que j'ai émises sur le rôle que le chlore, le brome, etc., jouent dans les substitutions sont exactes, et que la constitution moléculaire des corps chlorés, bromés, etc., est la même que celle de ceux dont ils dérivent régulièrement. L'isatine, le chlorisatinase et le chlorisatinèse se comportent absolument de la même manière avec tous les réactifs; il en est de même de tous les autres composés auxquels ils donnent naissance lorsqu'il n'y a pas de substitution équivalente.

» Ainsi l'isathyde, le chlorisathydase, le chlorisathydèse, etc., se ressemblent entre eux autant que l'isatine, le chlorisatinase et le chlorisatinèse se ressemblent.

» La sulfésathyde $C^{32}H^{12}Az^2O^2S^2$, mise en présence du bisulfite d'ammoniaque, se comporte autrement que l'isatine, parce que sa constitution moléculaire n'est pas la même. Elle se représente en effet par de l'isatine plus de l'hydrogène sans perte équivalente. On obtient plusieurs produits, quelquefois un peu d'indine et un corps que je nomme *isatane*, et toujours une quantité d'un nouveau sel bien cristallisé, le sulfisatanite d'ammoniaque, dont la composition peut se représenter par de l'isatane plus du bisulfite d'ammoniaque

$$C^{32}H^{12}Az^2O^3 + 2SO^2 + H^8Az^2O + 2Aq.$$

» Ce sel se comporte avec les réactifs, autrement que l'isatosulfite de potasse. Ainsi, il ne dégage pas d'acide sulfureux lorsqu'on y verse de l'acide chlorhydrique; le chlore ne donne pas d'acide sulfurique. Il paraît que l'on peut obtenir l'acide sulfisataneux en traitant le sel ammoniacal par le chlorure de platine. La composition de cet acide se rapproche beaucoup de cette formule

$$C^{32}H^{12}Az^2O^3 + 2SO^2 + 2H^2O.$$

On pourrait encore le représenter par de l'acide hyposulfurique plus de l'indine,

$$C^{32}H^{12}Az^2O^2 + S^2O^5 + 2H^2O.$$

» L'isatane, qui est une poudre blanche cristalline, se trouve ordinairement mêlée avec le sulfisatanite de potasse. Sa formule est

$$C^{32}H^{12}Az^2O^3.$$

» L'indine et la nitrindine, l'isathyde et le chlorisathydase paraissent former des sels analogues aux précédents en s'unissant au bisulfite d'ammoniaque; mais la petite quantité de ces substances que j'avais à ma disposition ne m'a pas permis de poursuivre ces recherches. »

ERPÉTOLOGIE. — *Sur les mœurs de certains ophidiens; par* M. F. DE CASTELNAU.

« L'étude des mœurs des reptiles étant encore peu avancée, j'ai pensé que l'Académie me permettrait de lui soumettre quelques observations de

ce genre, que j'ai eu occasion de faire pendant mes voyages dans l'Amérique du Nord. La première tendrait à prouver l'existence d'un phénomène que j'étais jusque-là très-loin d'admettre; je veux parler de la *propriété de fascination.*

» Dans l'automne de 1836, je venais un soir de pénétrer dans des bois très-épais, sur la frontière de la Géorgie et de la Floride, lorsque mon attention fut excitée par le caquetage d'un grand nombre d'oiseaux. J'en distinguai bientôt un groupe nombreux et composé d'espèces diverses, qui entouraient un écureuil alors perché sur une branche à environ vingt pieds de terre. Ce dernier semblait immobile, tenant sa queue redressée au-dessus de sa tête; bientôt je le vis sauter ou plutôt se laisser tomber sur une branche inférieure, suivi de son escorte ailée, qui continuait à l'accompagner de ses cris variés; un autre saut le conduisit encore plus près de terre. Étonné de cette singulière manœuvre, je m'approchai sans bruit et distinguai bientôt un gros Serpent noir, *Coluber constrictor,* arrondi en spirale et tenant sa tête élevée dans la direction de la pauvre victime, qui bientôt, par un dernier bond, tomba à environ un pied du reptile. Sur-le-champ je déchargeai sur lui mon fusil chargé de plomb et le mis en pièces; les oiseaux s'envolèrent et je ramassai le pauvre écureuil, qui, immobile et raide, me parut d'abord mort, mais qui revint bientôt à lui, et qu'en moins de dix minutes je vis avec plaisir s'élancer dans les branches.

» Puisqu'il est question du Serpent noir, j'entrerai dans quelques détails sur ses habitudes. Il se trouve communément dans les bois et se retire dans les trous et les cavités de la terre; sa taille est souvent considérable, et j'en ai vu de six à sept pieds de long. Bien qu'il ne soit nullement venimeux, il est très-différent de la plupart des ophidiens, qui fuient à l'approche de l'homme: pour peu qu'on l'inquiète, il l'attaque et même le poursuit. Comme sa morsure n'est pas à craindre, les nègres se font un jeu de l'irriter; le serpent se redresse et leur donne chasse: s'il les atteint, il s'enveloppe autour de leur corps et cherche à les mordre, mais la nature a fort heureusement rendu sa furie peu redoutable. Je ne sais du reste si cette disposition belliqueuse subsiste dans tous les individus; ou si elle est propre à la femelle sous des circonstances particulières; ce que je puis dire, c'est qu'ayant disséqué deux individus que j'avais vus combattre avec courage, j'ai reconnu qu'ils appartenaient à ce sexe.

» Le même reptile est encore remarquable par son hostilité contre le Crotale (Serpent à sonnettes), qu'il attaque avec furie, et ne semble nullement craindre; il l'étouffe au moyen de la supériorité de sa force muscu-

laire. En Géorgie, autour de beaucoup de plantations, on le laisse se multiplier en grand nombre à cause des services qu'il rend sous ce rapport; mais les cochons sont bien plus utiles encore, et se montrent partout les ennemis acharnés des reptiles.

» Je m'occuperai actuellement du Serpent à sonnettes. Il n'attaque jamais à moins qu'on ne l'inquiète, et dans ce cas même ne poursuit pas. Roulé en spirale avec la tête élevée au centre, il suit avec attention les mouvements de celui qui approche, et avant que de s'élancer donne son avertissement, qui dénote probablement son état d'agitation, et dont le son ressemble assez à celui que l'on produit en grattant fortement sur du parchemin; il est causé par le frottement des anneaux cornés de sa queue; l'instant d'après il s'élance en se déployant, et malheur à la victime qu'il atteint. On a remarqué qu'il ne frappe jamais un objet plus éloigné que la moitié de sa longueur.

» La manière de vivre des Crotales du nord des États-Unis est très-différente de celle de ceux du sud, ce qui me fait penser qu'ils doivent former deux espèces distinctes. Dans le nord on les trouve dans les lieux élevés, secs et rocailleux, et, les circonstances étant favorables, ils y multiplient à un point effrayant, car ils vivent en familles. Ce fait a particulièrement été observé à la montagne de Catskill et au lac Georges. Dans ces endroits et en bien d'autres, les habitants du voisinage furent plusieurs fois obligés de se réunir et de faire, pour les serpents, de véritables battues dont le résultat produisit en un seul jour la mort de trois à quatre cents reptiles; dans le sud, au contraire, on trouve souvent le serpent à sonnettes dans les bois humides, et particulièrement au bord de la mer, sous les algues et les fucus. C'est ainsi qu'ils abondent le long du rivage sur le golfe du Mexique, depuis la rivière d'Apalachicola, jusqu'au voisinage de Pensacola. On les rencontre aussi parmi les cannes à sucre, et les nègres en sont quelquefois mordus.

» Je citerai aussi quelques expériences faites par le docteur Holbrook de Charleston, que j'ai eu plusieurs fois occasion de vérifier. Ayant remarqué que presque aussitôt qu'un animal a été mordu par un Crotale, il éprouve des convulsions qui, devenant continuellement de plus en plus fortes, occasionnent en peu de temps sa mort, il pensa qu'au moyen d'une forte ligature au-dessus de la plaie, on pourrait les modérer à volonté, les venins animaux n'ayant d'action que sur le système nerveux, par l'intermédiaire de la circulation; effectivement, si, dès que l'animal a été mordu, on fait une ligature, il éprouve une convulsion; mais le passage du venin se

trouvant interrompu, il reviendra bientôt à lui; alors, en déliant légèrement la ligature, on laissera de nouveau passer une petite portion du liquide et aussitôt on liera plus fortement que jamais : l'animal éprouvera un nouvel accident, mais en reviendra bientôt. Ainsi donc en laissant le venin s'infiltrer petit à petit dans la masse du sang, l'on divisera également les convulsions, et ce qui aurait produit la mort en peu de minutes deviendra, par ce procédé, une série d'accidents, et l'animal reprendra promptement son état normal. J'ai vu un lapin paraître se porter à merveille une heure après avoir été mordu par un gros Crotale, et un étudiant qui fut mordu pendant l'une des expériences fut guéri par le même procédé. »

PHYSIQUE. — *Simplification du procédé pour la préparation des plaques destinées à recevoir des images photographiques.* — Lettre de M. GAUDIN.

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que je suis parvenu à obtenir des épreuves photographiques instantanées, sans le secours de la boîte à iode; c'est-à-dire en exposant la plaque polie à l'action d'un seul composé.

» Diverses personnes avaient déjà obtenu quelque chose en se servant du chlorure d'iode seul, et il paraît qu'en Allemagne on l'emploie ainsi avec succès; mais aujourd'hui j'annonce faire tout aussi vigoureux, et tout aussi vite, avec le nouveau composé, que je le faisais auparavant avec l'iode et le bromure d'iode: et cela n'est pas étonnant; car le composé en question est tout simplement un bromure d'iode plus riche en iode que le précédent.

» La préparation de ce nouveau bromure d'iode est bien facile: il suffit de verser dans du bromure d'iode, *avec excès de brome*, de la dissolution alcoolique d'iode, jusqu'à ce qu'il commence à se former un précipité ayant l'apparence de l'iode. Le liquide résultant filtré au coton est le bromure d'iode en question. Pour s'en servir, on l'étend d'eau comme pour l'ancien bromure d'iode; et la plaque est prête à recevoir l'impression de la chambre noire, dès que sa surface présente une teinte rose.

» En faisant agir le brome sur le sulfure d'iode, on obtient un liquide jouissant de propriétés analogues; et c'est même avec ce composé que j'ai obtenu, pour la première fois, des épreuves instantanées, sans iodage préliminaire.

» L'usage successif de l'iode et des substances accélératrices donnait presque toujours des épreuves criblées de taches; avec le nouveau com-

posé elles en sont presque complétement exemptes : on peut donc dire que la boîte à iode est désormais une pièce inutile.

» Je joins à ma Lettre divers échantillons qui permettront d'apprécier ce nouveau procédé. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Mémoire sur l'anatomie comparée du système nerveux, et principalement du sympathique dans le Marsouin* (Delphinus phocæna); *par* M. BAZIN.

L'auteur, en terminant son Mémoire, résume, dans les termes suivants, les résultats qui se déduisent de ses recherches :

« Le marsouin n'a point de nerf olfactif. Le rameau nasal de la cinquième paire est plus développé que dans aucun autre mammifère et se distribue à la membrane muqueuse des évents.

» Le ganglion ophthalmique, situé en dehors et un peu au-dessous du nerf optique, reçoit en arrière des filets de la troisième et de la sixième paire et du grand sympathique. Ce ganglion fournit le plus grand nombre des filets ciliaires.

» Les connexions que l'on connaît dans les mammifères, entre la seconde branche de la cinquième paire et le nerf facial; entre ce dernier, le nerf auditif, le glossopharyngien et le ganglion cervical supérieur, existent également dans le marsouin.

» L'accessoire naît de la face postérieure de la moelle épinière par des racines nombreuses et très-rapprochées les unes des autres. En sortant du crâne, il se réunit au pneumogastrique, et ils reçoivent ensemble de nombreux filets provenant de la partie supérieure du premier ganglion cervical.

» Le pneumogastrique donne un très-grand nombre de nerfs aux branches. C'est principalement aux fibres musculaires et aux tissus contractiles de ces organes qu'ils se distribuent. Cependant les vaisseaux, et les artères en particulier, reçoivent quelques filets du pneumogastrique.

» Le grand sympathique du marsouin n'a que deux ganglions pour la région cervicale, l'un supérieur et l'autre inférieur. Ils sont proportionnellement moins volumineux que dans l'homme, et la portion cervicale du grand sympathique est libre, c'est-à-dire qu'elle n'est point renfermée dans une même enveloppe celluleuse avec le pneumogastrique, comme chez le plus grand nombre de mammifères.

» Je n'ai trouvé pour la région thoracique que sept ganglions supé-

rieurs. Ces ganglions, aussi bien que tout le reste de la portion thoracique du sympathique, sont recouverts par le plexus artériel thoracique de Hunter.

» Les filets nerveux fournis par ces ganglions et la portion thoracique du sympathique sont beaucoup moins nombreux que dans les autres mammifères : cela dépendrait-il du grand nombre de nerfs que le plexus artériel de Hunter doit nécessairement recevoir? Les ganglions thoraciques sont en connexion avec les nerfs spinaux, comme dans les autres mammifères.

» Les nerfs splanchniques sont fournis par les troisième, quatrième, cinquième et septième ganglions. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Températures anormales du mois de juillet* 1841.

M. **Léveillé** écrit qu'il a observé en Corse, le 17 juillet dernier, l'*augmentation anormale de température* qui a été ressentie le même jour en divers points de l'Europe méridionale, et qui dans quelques lieux s'est prolongée jusqu'au 19. M. Léveillé, qui se trouvait le 17 à Vico, n'avait pas de thermomètre, et il n'a pu constater l'élévation de température atmosphérique que par ses propres impressions et par les effets produits sur la végétation. Il remarque que trois ou quatre jours plus tard, on vit les feuilles des noyers, des ormes, des frênes, tout à fait desséchées; dans les makis, les cistes, les arbousiers et le petit nombre de plantes qu'on y rencontre à cette époque, étaient dans le même état; les vignes des environs de Vico, de Chrestinacce, et celles qui avoisinent la riche et belle plaine de l'embouchure du Liamone, ne présentaient plus que quelques feuilles, et une grande partie des raisins était à l'état de dessiccation le plus complet. « Mais, ce qu'il y a de plus étonnant, ajoute M. Léveillé, c'est que les figuiers de Barbarie (*Cactus opuntia*), dont les articles des tiges sont si charnus et si pénétrés de sucs, étaient flasques et mous, au lieu d'être fermes et cassants; ils étaient couverts de rides et courbés sur eux-mêmes: les troncs eux-mêmes n'avaient pas échappé à cette influence, comme l'indiquait leur inclinaison vers la terre.

« Ces observations, que j'ai faites sur plusieurs points de la Corse, me frappèrent bien plus quand je revins à Ajaccio, où quinze jours auparavant j'avais laissé les figuiers de Barbarie dans la plus belle végétation; ils étaient presque tous flétris, à moitié desséchés et languissants. Or, pour que ces plantes aient éprouvé un pareil changement, il faut que la chaleur ait non-seulement réduit en vapeur une quantité considérable des sucs

qu'elles renferment, mais encore qu'elle ait altéré profondément leur principe vital, car on sait que dans les cactées, la vie est extrêmement tenace, puisqu'elles vivent et végètent même quand on les arrache du sol et qu'on les suspend dans l'air. »

M. **Janniard** adresse quelques explications relatives à sa Note précédente sur les causes des différences qu'on croit avoir remarquées dans la *rapidité d'oxydation des rails des chemins de fer,* suivant qu'ils sont parcourus par les waggons toujours dans le même sens ou dans les deux sens alternativement.

MM. **Hardsmuth** écrivent de Vienne (Autriche), qu'ils ont inventé une *couverte pour la faïence,* dans laquelle il n'entre point d'oxyde métallique, et qui offre d'ailleurs tous les avantages qu'on peut désirer pour ces couvertes, savoir d'être dure, de ne point se craqueler, de bien supporter le feu auquel peuvent être exposés les ustensiles culinaires, et de n'être pas d'un prix sensiblement plus élevé que les composés qu'on emploie communément dans le même but.

M. **Auguste Morel**, qui avait précédemment adressé une Notice sur un instrument qu'il croyait pouvoir être substitué avec avantage, pour les besoins de la navigation, au *sextant ordinaire* et au *cercle répétiteur* de Borda, écrit que depuis l'envoi de sa Notice il a eu occasion de voir, dans les ateliers de M. Gambey, un instrument de *Troughton,* construit sur les mêmes principes que celui qu'il proposait; en conséquence, il prie l'Académie de regarder sa communication comme non avenue.

MM. **Romancé**, **Barraud** et Cie prient l'Académie de vouloir bien charger une Commission d'examiner une nouvelle *machine à vapeur* qu'ils ont inventée.

MM. Romancé et Barraud seront invités à adresser une description de leur appareil, laquelle sera renvoyée à l'examen d'une Commission que l'on nommera alors.

M. **L. Crestin** annonce l'intention d'adresser prochainement à l'Académie la description et la figure d'une *machine à vapeur* de son invention, machine rotative et à jet continu, qu'il croit ressembler, à beaucoup d'égards, à un appareil qu'ont imaginé deux habitants de Gray (Haute-

Saône), du moins d'autant qu'il en a pu juger d'après les indications données relativement à ce dernier, par un journal quotidien.

ASTRONOMIE. — M. **Arago** annonce que les astronomes attachés aux travaux de l'Observatoire, MM. *Eug. Bouvard, Laugier, Mauvais, Goujon,* ont de nouveau observé la comète de Encke, les 12, 15 et 16 de ce mois. Il rapporte la position exactement calculée du 15, afin de faire ressortir l'étonnante exactitude de l'éphéméride :

A $7^h 50^m 10^s$ t. m.	Éphéméride Æ.....	16° 31′ 35″,7	Déclinaison....	14° 9′ 54″,0
	Observation........	16.31.36,7	....	14.10. 8,8
	Différences........	+ 1″,0		+ 14″,8

Nous donnerons plus tard l'ensemble des positions et des diamètres.

CHEMINS DE FER. — M. **Robert Mallet**, ingénieur et membre de l'Académie d'Irlande, écrit à M. *Arago* qu'il a entrepris une série d'expériences précises sur l'oxydation des rails, soit inactifs, soit en action, soit parcourus toujours dans un sens ou successivement en sens opposés. Les opinions adoptées à ce sujet se fondent sur de vagues aperçus. M. Mallet, quant à présent, ne croit pas à la réalité des résultats annoncés. On a pris, suivant lui, de simples apparences pour la réalité. Il annonce une communication prochaine et détaillée.

M. A. **Colin** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire le rapport sur une Notice qu'il a précédemment adressée, concernant une *machine à vapeur* de son invention.

(Cette Lettre est renvoyée à la Commission précédemment désignée.)

M. **Eveillard**, qui est sur le point de se rendre dans la province de Para (Amérique méridionale), où il est envoyé en qualité de consul de France, se met à la disposition de l'Académie pour les observations météorologiques et magnétiques qu'elle jugerait utile de faire faire dans ce pays.

M. P.-E. **Morin** fait hommage à l'Académie de divers opuscules qu'il a publiés (voir au *Bulletin bibliographique*); il appelle particulièrement l'attention sur une Notice imprimée en 1819, et dans laquelle, suivant lui, se trouve exposé le même système de physique que M. Lamé a développé dans un Mémoire lu le 3 janvier dernier.

(Cet opuscule est renvoyé, comme document, à la Commission chargée de faire le rapport sur le Mémoire de M. Lamé.)

M. **Vallot**, en adressant une Notice imprimée sur les insectes nuisibles à la vigne (*voir* au *Bulletin bibliographique*), expose ses idées sur la méthode au moyen de laquelle on peut classer et déterminer les espèces du sous-genre *Able*. Sa méthode est fondée sur la considération de l'appareil dentaire pharyngien chez ces poissons.

M. **de Maisonseul**, officier de la Marine royale, adresse la formule d'un *baume* qu'il dit avoir vu employer avec succès en Espagne dans les cas d'*hémorragie des gros vaisseaux*.

M. **Lafond** écrit relativement à un procédé qu'on pourrait, suivant lui, appliquer avec succès pour prévenir les *falsifications des écritures* et le *lavage des papiers timbrés*.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés* présentés, l'un par M. **Maissiat**, l'autre par M. **Doyère**.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATUM. (Séance du 21 mars 1842.)

Page 450, ligne 19, *au lieu de* Lagny, *lisez* Magny.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 12, in-4°.

Rapports et comptes rendus des opérations de la caisse d'Épargne de Paris pendant l'année 1841 ; in-4°.

Rapport sur les opérations de la caisse d'Épargne pendant l'année 1841 *; par* M. B. DELESSERT; in-8°.

Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée; exécuté en 1837 sous la direction de M. DÉMIDOFF; 8e livraison; in-fol.

Histoire naturelle et Iconographie des Insectes coléoptères; par MM. DELAPORTE, comte de CASTELNAU et GORY; 51 et 52e livr., in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XIII, octobre, novembre et décembre 1841; in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1841 ; Rouen, 1842; in-8°.

Mémoire sur cette question : Quelle est la nature de la matière éthérée ou répulsive remplissant l'univers? Comment déduire de ses propriétés l'équilibre de l'univers, la formation de la lumière, de la chaleur, de l'électricité et du magnétisme? La force de cohésion ne serait-elle pas le résultat de l'attraction des molécules attractives des corps sur leurs molécules répulsives; par M. P.-E. MORIN, ingénieur des ponts-et-chaussées; Paris; broch. in-8°.

Mémoire sur cette question : Peut-on arriver à prévoir le temps, au moins un mois à l'avance? Dans le cas de l'affirmative, quels sont les progrès faits en météorologie qui tendent à le faire croire, et quelle marche doit-on suivre pour y arriver? par le même. (Extrait du *Compte rendu de la huitième session du Congrès scientifique tenu à Besançon en septembre* 1840). Broch. in-8°.

Mémoire sur cette question : Ne faut-il pas rejeter en géologie le système des soulèvements et n'est-il pas plus probable que les divers terrains se sont formés à mesure que la hauteur de la mer diminuait par le refroidissement du globe? lu au Congrès scientifique tenu à Besançon le 7 *septembre* 1841; *par* le même; broch. in-8°.

Mémoire sur une méthode spéciale de traitement pour quelques Surdités; par M. PÉTREQUIN; in-8°.

Traité pratique de l'Amaurose ou goutte sereine; par le même; in-8°.

Mémoire pour servir à l'Histoire des Insectes ennemis de la vigne, et à l'in cation des moyens propres à prévenir leurs ravages; par M. VALLOT; Dijo in-4°.

Du Diluvium; Recherches sur les dépôts auxquels on doit donner ce nom, et s la cause qui les a produits; par M. MELLEVILLE; Paris, 1842; in-8°, avec u carte in-fol.

Observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk (mont Oural), gouve nement de Perm, du 1er octobre 1839 au 31 décembre 1840; Paris, 1842; in-8

Journal des Sciences militaires, des armées de terre et de mer; par M. CORRÉARD; 3e série, tome IX; n° 26; février 1842; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; par MM. TERQUEM et GÉRONO; janvi et février 1842; in-8°.

Compte rendu de l'inauguration de la statue de Broussais au Val-de-Grâce Paris, le 21 *août* 1841; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 ma 1842; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique, de Jardinage et d'Économie domestiqu mars 1842; in-8°.

Treizième autographie, deuxième brochure sur l'Électricité magnétique; pa MM. PRÉCORBIN et LEGRIS; 1842; in-8°.

Cinquième Lettre à M. d'Arcet; par M. BERGSMA; $\frac{1}{8}$ de feuille; Utrecht; in-8

The mathematical... *Miscellanées mathématiques, publiées par* M. GILL New-Yorck, 1836, 1839; nos 1 à 8. (Cette publication n'a pas été continuée. In-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 444 in-4°.

Revista... *Revue de l'Espagne et de l'Étranger;* numéro du 15 mars 1842 in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 13.

Gazette des Hôpitaux; n° 35—37.

L'Écho du Monde savant; nos 715 et 716.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 247.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 13.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AVRIL 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un cas particulier du problème des trois corps; par* **J. Liouville.** (Extrait.)

« Quoique les géomètres soient loin d'avoir résolu d'une manière complète et générale le problème des trois corps, ils en ont obtenu cependant des solutions particulières dont on peut faire usage quand les coordonnées et les vitesses initiales remplissent certaines conditions. Lagrange et Laplace en ont donné divers exemples, que l'on trouve réunis et démontrés d'une manière simple dans le chapitre VI du Xme livre de la *Mécanique céleste*. En voici un digne d'attention : Considérant trois masses rangées en ligne droite, Laplace prouve que si, après avoir établi entre ces masses et les distances qui les séparent une relation convenable, on imprime à deux d'entre elles autour du centre de la troisième des vitesses parallèles l'une à l'autre et proportionnelles à leurs distances au centre, les trois masses sous l'influence de leurs actions mutuelles resteront par la suite constamment en ligne droite, la droite qui les contient étant bien entendu mobile; les vitesses et les distances pourront changer avec le temps, mais le rapport

des vitesses et celui des distances seront égaux et invariables; la loi du mouvement de chaque masse sera d'ailleurs la même que pour un point matériel attiré vers un centre fixe.

» On sait que, dans notre système, les planètes dont la distance au Soleil est la plus grande se meuvent aussi le plus lentement, et que les carrés des temps des révolutions augmentent à peu près comme les cubes des grands axes des orbites. Dans le système particulier que nous venons d'indiquer les choses ne se passeraient point ainsi. Quelle que soit en effet celle de nos trois masses que l'on veuille prendre pour centre du mouvement, les deux autres qui doivent rester en ligne droite avec elle accompliront nécessairement leurs révolutions dans un temps égal, malgré l'inégalité des distances. C'est là assurément un théorème fort remarquable; mais n'oublions pas qu'il suppose, qu'il exige certaines conditions spéciales, et surtout une relation convenable entre les masses et les distances. Étant données trois masses quelconques, on peut du reste toujours faire en sorte que la relation dont il s'agit ait lieu. Pour fixer les idées, admettons que les trois masses soient celles du Soleil, de la Terre et de la Lune, et nous reconnaîtrons avec Laplace que cette relation serait satisfaite en plaçant la Lune sur le prolongement de la droite qui joint le centre du Soleil au centre de la Terre, à une distance de cette dernière planète égale à très-peu près à la centième partie de la distance de la Terre au Soleil : une modification légère dans la valeur de la masse de la Terre rendrait le nombre cité (un centième) rigoureusement exact. Cela étant, Laplace en conclut que si, à l'époque arbitraire prise pour origine, la Lune s'était trouvée en opposition avec le Soleil à une distance de cet astre représentée par 101, celle de la Terre étant représentée par 100, et que les vitesses relatives de la Terre et de la Lune autour du Soleil eussent été aussi à cette époque parallèles et dans le rapport de 100 à 101, la Lune serait toujours restée en opposition avec le Soleil, de manière à ne jamais cesser d'éclairer la Terre pendant les nuits.

» L'illustre auteur reproduit cette assertion dans l'*Exposition du Système du Monde :* « Quelques partisans des causes finales ont imaginé, dit-» il, que la Lune a été donnée à la Terre pour l'éclairer pendant les nuits. » Dans ce cas la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait pro-» posé, puisque nous sommes souvent privés à la fois de la lumière du » Soleil et de celle de la Lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à » l'origine la Lune en opposition avec le Soleil dans le plan même de l'é-» cliptique, à une distance égale à la centième partie de la distance de la

» Terre au Soleil, et de donner à la Lune et à la Terre des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors la Lune, sans » cesse en opposition au Soleil, eût décrit autour de lui une ellipse semblable à celle de la Terre; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon, et comme à cette distance la Lune n'eût point été » éclipsée, sa lumière aurait constamment remplacé celle du Soleil. »

» Pour l'exactitude absolue de la proposition énoncée, il faut qu'à l'origine du temps la relation entre les masses et les distances et la proportionnalité de ces dernières aux vitesses aient été rigoureusement vérifiées, ainsi que le parallélisme des vitesses; il faut de plus qu'aucune cause perturbatrice ne vienne par la suite troubler le mouvement, ce qu'on ne peut pas admettre. A la vérité, si le système que nous considérons est un système stable qui tende à résister aux perturbations et à revenir de lui-même à son état régulier de mouvement, cette remarque aura peu d'importance. Il faudrait sans doute avoir égard aux petits dérangements occasionnés par les diverses causes dont l'effet n'est pas insensible, mais cela n'empêcherait pas la Lune d'être toujours à très-peu près sur le prolongement de la droite qui joint le Soleil à la Terre. Or, en tenant compte de la réfraction, on voit qu'un certain écart de la Lune à cette droite ne l'empêcherait pas d'éclairer la Terre pendant la totalité de chaque nuit. Au contraire, si l'état de mouvement dont nous avons parlé plus haut est instable, s'il tend à se détruire de lui-même de plus en plus dès qu'il a éprouvé de légers dérangements (et c'est en effet ce qui a lieu, comme on le verra dans mon Mémoire), alors il faudra reconnaître que ce genre de mouvement ne peut pas exister d'une manière permanente dans la nature. La vraie question, on le comprend donc, est celle de la stabilité. Se contenter de dire avec l'auteur d'une dissertation imprimée à Rome en 1825 (*), que le système de nos trois masses doit éprouver des perturbations de la part des autres planètes et qu'ainsi l'opposition de la Lune au Soleil ne peut pas subsister à toute époque mathématiquement, d'une manière absolue (*scrupulosissime*), c'est énoncer une vérité évidente, triviale, et non pas faire une objection sérieuse. Quelle théorie en effet serait à l'abri d'une semblable objection?

» Le problème qu'il fallait résoudre et que je traite dans mon Mémoire

(*) En voici le titre : *Paucis expenditur cl. Laplace opinio de illorum sententiâ qui lunam conditam dicunt ut noctu tellurem illuminet.*

est le suivant : *Trois masses étant placées non plus rigoureusement, mais à très-peu près dans les conditions énoncées par Laplace, on demande si l'action réciproque des masses maintiendra le système dans cet état particulier de mouvement ou si elle tendra au contraire à l'en écarter de plus en plus.* Pour le résoudre d'après la méthode ordinairement suivie dans les questions de stabilité, j'ai dû considérer des équations différentielles linéaires qui se sont d'abord trouvées être à coefficients variables, même en négligeant, comme on pouvait le faire ici, l'excentricité de l'orbite terrestre. Une transformation simple m'a conduit ensuite à des équations à coefficients constants que j'ai pu intégrer. L'intégration terminée, j'ai reconnu que les effets des causes perturbatrices, loin d'être contrebalancés, sont au contraire agrandis d'une manière rapide par les actions mutuelles de nos trois masses : cette conclusion subsiste quels que soient les rapports de grandeur des masses. Si la Lune avait occupé à l'origine la position particulière que Laplace indique, elle n'aurait pu s'y maintenir que pendant un temps très-court. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Quelques réflexions sur les explosions de chaudières à vapeur; par* M. SÉGUIER.

« Depuis moins de deux mois trois explosions de chaudières de bateaux à vapeur viennent de faire de nombreuses victimes. Le 25 janvier de cette année, le bateau dit *le Nivernais* à Nantes, le 19 février *le Mohican* à la Nouvelle-Orléans, le 20 février *le Télégraphe* sur la Clyde, ont eu, par suite d'explosions, leurs coques gravement fracturées, leurs passagers horriblement mutilés. A la lecture de tels sinistres, comment ne pas s'adresser ces douloureuses questions :

» Les immenses avantages de la navigation à la vapeur doivent-ils donc être achetés au prix de la vie de tant de personnes ! Cette admirable application d'une des plus belles conceptions de l'esprit humain est-elle condamnée à susciter de continuels regrets ? s'il est encore si difficile de prévenir et d'éviter les explosions, ne peut-on pas dès à présent en restreindre les fatales conséquences ? Sommes-nous réduits, messieurs, à laisser ces questions sans réponse ? Nous ne le pensons pas : des expériences nombreuses, répétées avec une chaudière d'une puissance déjà importante (vingt chevaux), nous donnent l'intime et consolante conviction qu'il est possible d'adopter et de suivre dans la construction des chaudières des principes tels que, dans le cas extrême d'une explosion, le danger soit circonscrit dans les étroites

limites de la cabine où est la chaudière, et que, dans ce cas encore, les personnes peu nombreuses qui s'y trouvent ne courent dans cette cabine d'autres risques que ceux résultant de l'échappement de la vapeur et de la projection de l'eau bouillante. Ces principes de construction sont simples; il n'entre pas dans notre projet de les développer aujourd'hui devant vous. Nous nous bornons à vous en présenter le résumé; ils consistent dans l'observation fidèle de trois conditions principales qui embrassent le liquide à vaporiser, l'appareil vaporisant, le mode d'application du calorique pour la conversion de l'eau en vapeur. Nous indiquons ici sommairement ces conditions : sous le premier point de vue, il convient de diviser l'eau à vaporiser, ainsi que la vapeur formée, dans de nombreuses capacités distinctes, toutes séparées en cas de rupture, quoique toutes solidaires pour l'effet utile; en second lieu, il est indispensable d'assurer la résistance des parois en ne construisant que des récipients de faible diamètre, ce qui permet l'emploi de feuilles de métal minces qui ne perdent pas pendant le travail une partie de leur ténacité. Il importe de ne donner aux vases que des formes qu'une pression intérieure ramène à l'état normal, c'est-à-dire la forme sphérique, cylindrique ou conique.

» Il faut enfin n'appliquer le calorique qu'à la partie supérieure des capacités remplies d'eau, afin que dans le cas de leur rupture la totalité de l'eau ne soit point projetée par le développement subit de la vapeur formée au contact des surfaces de chauffe. Des trois conditions que nous indiquons ici, deux ne sont certes pas nouvelles, car nous les voyons scrupuleusement suivies dans un très-ancien projet de bateau à vapeur à haute pression, déposé dans les archives du Conservatoire des Arts et Métiers. Nous ne pouvons assigner une date précise à ce curieux dessin, sans nom d'auteur; mais son origine, incontestablement antérieure à la Restauration, remonte au moins au delà de 1792. Le drapeau blanc, dont la poupe du navire est pavoisée, ainsi que les fleurs de lis qui le décorent, attestent ce fait. On y voit avec un vif intérêt que l'auteur du projet, comprenant bien tout le danger d'une force élastique accumulée dans un seul récipient, avait eu la très-prudente et très-prévoyante pensée de diviser et l'eau et la vapeur dans une série de réservoirs cylindriques d'un faible diamètre; sa prévision, allant jusqu'aux moyens de ménager la meilleure combustion, lui avait fait adopter l'emploi d'un ventilateur pour activer le tirage. Le bateau projeté était ainsi débarrassé de l'énorme et incommode tuyau de cheminée qui dépare nos bateaux modernes. Un examen attentif de ce plan nous conduirait à cette bizarre conclusion, que les premiers projets de ba-

teaux à vapeur, sous le point de vue du générateur de la puissance, étaient plus parfaits que nos constructions actuelles, ou bien encore à cette remarque pénible, que certaines inventions récentes, regardées comme des perfectionnements, ne sont que la reproduction de vieilles conceptions restées ignorées ou tombées dans l'oubli. Nous aurions même tort de dire que les premiers bateaux à vapeur proposés n'étaient supérieurs à ceux exécutés de nos jours que par le générateur, car l'organe d'impulsion figuré au dessin retrouvé est encore identiquement semblable pour sa construction, pour son mode d'action et pour son application, à celui actuellement présenté comme le progrès le plus récent, nous voulons dire la vis en hélice.

» Nous n'avons pas voulu laisser passer cette occasion de rappeler les constructeurs à la réalisation pratique d'idées qui ne sont pas nouvelles; et si, dans notre bonne foi, nous avons cru être des premiers à en recommander l'adoption, notre amour-propre ne souffre point en nous voyant dès longtemps devancé, puisque nous acquérons ainsi la conviction que nos théories se sont présentées en même temps que l'invention elle-même à l'esprit de ceux qui, les premiers, ont eu l'heureuse et utile pensée de faire avancer les navires par l'action de la vapeur. »

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur une Note de* M. PASSOT, *relative à la détermination de la variable indépendante dans l'analyse des courbes.*

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Cauchy rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Coriolis, Piobert et moi, de lui rendre compte d'une Note de M. Passot, relative à la détermination de la variable indépendante dans l'analyse des courbes. Avant d'exprimer notre avis au sujet de cette Note, nous pensons qu'il est convenable de rappeler les motifs qui ont engagé son auteur à la produire.

» M. Passot a fait précédemment à l'Académie diverses communications, qui ont été l'objet d'un Rapport lu à la séance du 30 novembre 1840. Il est dit, dans ce Rapport, que les expériences entreprises par M. Passot constatent certains faits que l'on doit considérer comme nouveaux; mais les Commissaires, en admettant ces faits, n'ont point admis les explications que M. Passot en avait données. C'est, dans le dessein de faire prévaloir ses

opinions théoriques, que l'auteur a rédigé la Note dont il s'agit en ce moment. Les propositions nouvelles que cette Note renferme nous ont paru, dès le premier instant, inexactes; et, convaincus de cette inexactitude, nous aurions désiré que l'auteur nous dispensât d'en fournir la preuve. Mais l'insistance avec laquelle il réclame un Rapport nous engage à rompre le silence, et à entrer ici dans quelques détails.

» Nous commencerons par convenir franchement et sans détour que, malgré les importants travaux des géomètres modernes, la solution exacte des problèmes de Mécanique rationnelle laisse encore beaucoup à désirer. Ainsi, en particulier, l'application des principes généraux de la Mécanique à la théorie des machines, ou même simplement à la théorie des liquides ou des fluides, présente quelquefois des difficultés réelles, soit parce que les méthodes de calcul ne sont pas encore suffisamment perfectionnées, soit parce que dans chaque question l'on peut craindre d'avoir omis quelques données, soit enfin parce que la loi des actions moléculaires, dans les corps liquides ou fluides, n'est pas connue et définie avec assez de précision et d'exactitude. Mais ces difficultés sont complétement étrangères aux principes généraux de la Mécanique et du calcul infinitésimal, établis sur des bases solides. En conséquence, elles ne peuvent devenir des motifs d'abandonner ces mêmes principes; et l'on doit même observer que, dans les questions plus simples auxquelles ceux-ci peuvent être appliqués plus facilement et plus rigoureusement, les résultats du calcul sont, pour l'ordinaire, conformes aux résultats de l'expérience.

» Les remarques que nous venons de faire nous ramènent tout naturellement à la Note de M. Passot. En effet, les difficultés que peut offrir l'explication de certains phénomènes dans les machines à réaction, n'ont aucun rapport avec la question agitée dans cette Note, et qui consiste à savoir si, dans les problèmes de Mécanique, il est ou non permis de prendre le temps pour variable indépendante. Ainsi la Note de M. Passot, fût-elle démonstrative à l'égard des propositions qu'elle contient, ne remplirait pas le but que l'auteur s'était proposé. Mais nous allons plus loin, et quelques réflexions bien simples suffiront pour montrer que ces propositions sont inadmissibles.

» Lorsque plusieurs variables sont liées entre elles par diverses équations, quelques-unes de ces variables peuvent être considérées comme fonctions des autres qui prennent le nom de variables indépendantes. Supposons, en particulier, deux variables liées entre elles par une seule équation, c'est-à-dire, deux variables liées entre elles de telle sorte que,

l'une étant donnée, l'autre s'en déduise. L'une des deux variables sera une fonction de l'autre considérée comme variable indépendante. Mais il est clair que le choix de la variable indépendante sera entièrement arbitraire. Ainsi, par exemple, dans la Mécanique, l'espace parcouru par un point matériel qui se meut, et le temps employé à parcourir cet espace, sont deux variables dont l'une dépend de l'autre, et dont l'une quelconque peut être prise pour variable indépendante. Effectivement, on peut demander, à volonté, ou quel sera l'espace parcouru pendant un temps donné, ou quel sera le temps employé à parcourir un espace donné.

» Concevons à présent que l'on passe du système de deux ou de plusieurs variables au système de leurs différentielles. Ces différentielles ne seront autre chose que *des quantités dont les rapports seront équivalents aux dernières raisons des accroissements infiniment petits que peuvent prendre simultanément ces mêmes variables*. En vertu de cette définition, les différentielles des fonctions dépendront à la fois des variables indépendantes, et des différentielles de ces variables. D'ailleurs, ces dernières différentielles pouvant être choisies arbitrairement, il sera non pas nécessaire, mais convenable, de les réduire, pour plus de simplicité, à des constantes, c'est-à-dire à des quantités indépendantes des variables dont il s'agit. On admet généralement cette réduction, et nous ne ferons ici aucune difficulté de nous conformer à cet usage.

» S'il s'agit de deux variables liées entre elles par une équation, l'on pourra considérer comme constante la différentielle de l'une ou de l'autre variable, suivant que l'on prendra l'une ou l'autre pour indépendante. Il peut d'ailleurs arriver que, pour une valeur particulière de la variable indépendante, la différentielle de la fonction devienne infiniment petite par rapport à la différentielle de la variable. Mais, dans ce cas même, il faudrait bien se garder d'affirmer que la différentielle de la fonction sera toujours nulle, et d'en conclure que la fonction devra changer de rôle, c'est-à-dire, se transformer en variable indépendante. En effet, non-seulement une variable, dont la différentielle s'évanouit toujours, cesse d'être variable, et à plus forte raison variable indépendante; mais en outre la différentielle d'une fonction est généralement une quantité variable, dont les valeurs particulières doivent être soigneusement distinguées de la valeur générale. Si M. Passot n'avait pas omis cette distinction à la page 2 de sa Note, il ne serait pas arrivé aux diverses propositions qu'il a énoncées; par exemple, à cette assertion, que, dans les problèmes de Mécanique, *le temps ne peut être pris pour variable indépendante*.

» Les Commissaires regrettent que les motifs qu'ils viennent d'expliquer ne leur permettent pas de proposer à l'Académie l'approbation de la Note soumise à leur examen. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Costaz*. Cette Commission doit être composée de sept membres, savoir : du Président de l'Académie, de deux membres pris dans les Sections des sciences mathématiques, de deux autres pris dans les Sections des sciences physiques, et de deux académiciens libres.

Au premier tour de scrutin, MM. Arago et Poinsot, de Blainville et de Mirbel, Séguier et de Bonnard réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Mémoire sur l'emploi du fer dans l'appareil de Marsh et sur l'*hydrogène ferré, *nouvelle combinaison métallique de l'hydrogène; par* M. **Alph. Dupasquier**, professeur de chimie à Lyon. (Extrait par l'auteur.)

(Ancienne Commission de l'appareil de Marsh.)

« Dans les publications les plus récentes où l'on parle de la recherche de l'arsenic par l'appareil de Marsh, même dans celles qui ont eu lieu depuis la lecture du Rapport fait à ce sujet à l'Académie royale des Sciences, il est dit : *Qu'on peut employer le zinc ou le fer pour obtenir un dégagement d'hydrogène, pourvu qu'on se soit assuré par un essai préalable, que ces métaux ne donnent pas de taches arsénicales*. L'usage d'employer le zinc a toutefois prévalu, sans qu'on se soit bien rendu compte des motifs de cette préférence.

» Mais cette latitude laissée par les ouvrages spéciaux de médecine légale et d'analyse chimique, d'employer le zinc ou le fer, est-elle bien fondée? Ne pourrait-il pas résulter des inconvénients et même des erreurs de la substitution du fer au zinc, substitution possible, dans le cas, par exemple, où des experts viendraient à manquer de zinc suffisamment pur?

» Telle est la question qu'il m'a paru nécessaire de résoudre par l'expé-

rimentation. Les résultats obtenus ont prouvé qu'elle n'était pas sans quelque importance. Des recherches que j'ai faites à ce sujet, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1°. Quand on fait dégager de l'hydrogène au moyen de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique et du fer (petits clous, pointes, fil ou limaille), ce gaz, dont l'odeur est alors *métallique* et *alliacée*, brûle avec une *flamme jaune à la circonférence, verte au centre*, et donne des *taches de couleur de rouille*, quelquefois *rougeâtres*, souvent avec *reflet métallique irisé, analogue à celui du fer*, et cela, aussi longtemps que l'acide continue à réagir sur le métal. Ces taches sont généralement un peu plus faciles à obtenir avec l'acide chlorhydrique qu'avec l'acide sulfurique.

» 2°. Les taches fournies par le fer ne sont pas simplement, comme l'a pensé M. Liebig, le résultat de la décomposition par l'hydrogène des gouttelettes de sel ferreux mécaniquement entraînées par le courant de gaz, car *elles se produisent aussi abondamment, et le gaz, toujours fétide, continue à brûler avec une flamme jaune et verte*, quand il a été lavé dans quatre flacons de solution de potasse, qu'il traverse en outre un tube rempli d'amiante, et qu'on s'est bien assuré d'ailleurs par divers moyens qu'il n'entraîne pas la moindre trace de sulfate ou de chlorure de fer.

» 3°. Les taches fournies par le fer sont produites par la combustion de l'*hydrogène ferré* (1) et de l'*hydrogène phosphoré* qui se trouvent mélangés à l'hydrogène pur, et sur lesquels la potasse est sans action, tandis qu'elle retient complétement l'hydrogène sulfuré, quand il s'en forme, et les traces de sel ferreux entraînées par le courant de gaz : en faisant passer, pendant

---

(1) L'existence de l'hydrogène ferré a été *soupçonnée*, mais jamais on ne l'a démontrée par l'expérimentation. Fourcroy admettait, mais par simple analogie, que l'hydrogène peut se combiner avec beaucoup de métaux. Vauquelin, comme l'a rappelé M. Pelouze, a dit que le fer peut être dissous par l'hydrogène, mais voici le seul fait sur lequel il appuyait cette opinion : Lorsqu'on a reçu, dit Vauquelin, *pendant quelque temps*, du gaz hydrogène préparé avec le fer, dans l'*eau d'une cuve pneumatique, elle prend une saveur sensiblement atramentaire, et ensuite sa surface se couvre d'une pellicule irisée qui devient bientôt une véritable rouille*. (*Journ. de la Soc. des Pharmaciens de Paris*, 2e année, p. 241.)

La saveur atramentaire de l'eau dans laquelle on fait dégager, *pendant quelque temps*, de l'hydrogène obtenu au moyen du fer, et la couche de rouille qui se forme à la surface de ce liquide, pouvaient être plus naturellement attribuées à des traces de sulfate de fer, mécaniquement entraînées par le gaz et dissoutes pendant son lavage. C'est là, du moins, l'opinion qui a prévalu jusqu'à ce jour.

plusieurs heures, le gaz lavé à la potasse dans de l'acide azotique concentré à 45°, on trouve ensuite dans le liquide un peu de fer et de l'acide phosphorique.

» 4°. La formation d'un hydrogène ferré est d'ailleurs établie par d'autres preuves : ainsi, le gaz lavé à la potasse est sans action sur les réactifs du fer, même quand on l'y fait dégager pendant plusieurs heures; ainsi, les taches dissoutes soit par l'acide azotique, soit par le seul contact du chlore gazeux qui les fait *disparaître instantanément*, laissent un résidu sec que le cyanoferrure de potassium colore en *bleu* et le sulfhydrate d'ammoniaque en *brun;* ainsi, l'on retrouve encore le fer, mais en très-petite quantité, comme il était naturel de le supposer, dans les solutions des sels métalliques qui sont décomposés par l'hydrogène ferré et par l'hydrogène phosphoré, de même que dans celles de chlore, de brome et d'iode, qui exercent aussi une action décomposante sur ces gaz.

» 5°. L'hydrogène ferré et l'hydrogène phosphoré, mélangés à l'hydrogène dégagé par le fer, se comportent en effet avec les solutions métalliques, avec le chlore, le brome et l'iode, comme les combinaisons hydrogénées d'arsenic et d'antimoine; ainsi, par exemple, ils décomposent l'azotate d'argent, le chlorure d'or et les sels mercureux, en précipitant l'*argent*, l'*or* et le *mercure* à l'*état métallique;* ainsi, ils font passer à l'état d'*hydracide* le chlore, le brome et l'iode.

» 6°. Le bichlorure de mercure décompose complétement l'hydrogène ferré et l'hydrogène phosphoré, avec formation d'un précipité blanc ou blanc jaunâtre. Le gaz lavé dans une solution de ce sel est sans odeur, brûle avec une *flamme légère à peine jaunâtre, n'exerce plus aucune action, même au contact de la lumière, sur l'azotate d'argent, le chlorure d'or, et ne donne plus de taches : c'est de l'hydrogène pur.* En supprimant un instant le lavage au bichlorure, le gaz reprend tous ses caractères primitifs, pour les reperdre dès qu'on rétablit le lavage. *Ce lavage au bichlorure de mercure constitue donc un moyen très-simple d'obtenir de l'hydrogène pur;* celui fourni par le zinc ne l'est jamais complétement, je démontrerai bientôt pourquoi : il peut, du reste, être purifié par le même moyen. Les azotates d'argent et de mercure exercent une action analogue à celle du bichlorure de ce dernier métal.

» 7°. En employant de l'acier (fil d'acier anglais) au lieu de fer, les résultats sont un peu différents : le gaz brûle avec une flamme *jaune sans nuance de vert;* il donne moins facilement des taches, et celles-ci ont *beaucoup plus l'apparence métallique du fer.* L'odeur du gaz est, dans ce cas, plus empy-

reumatique que métallique, et nullement alliacée. Elle persiste avec le caractère empyreumatique bien tranché, malgré le lavage au sel d'argent et de mercure. Le gaz doit évidemment ces caractères à la formation d'un carbure d'hydrogène.

» 8°. Il résulte, de ce qu'il y a formation constante d'un hydrogène ferré quand on fait réagir l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique sur le fer, *qu'il ne faut jamais employer ce métal dans l'appareil de Marsh.*

» 9°. Cette exclusion du fer est encore nécessitée par ce fait, que les taches dues à ce métal, donnent, après leur dissolution, à la vérité difficile et imparfaite par l'acide azotique, une réaction que des experts *peu exercés* pourraient confondre avec celle produite par les taches d'arsenic, quand on traite leur *dissolution nitrique* par l'*azotate d'argent ammoniacal.*

» 10°. Enfin, il est surtout de la plus haute importance de repousser absolument le fer de l'appareil de Marsh, par cette raison, que ce métal *s'oppose à peu près complétement à la formation de l'hydrogène arsénié et de l'hydrogène antimonié.* En effet, quand on se sert d'acide sulfurique arsénifère, ou qu'on ajoute quelques gouttes d'une solution d'acide arsénieux (quantité qui donne de fortes taches, ou un anneau d'arsenic avec un appareil au zinc), on n'obtient que des taches rouillées et *point d'anneau d'arsenic.* En faisant la même expérience avec addition de 25, 30, 40 et même 50 centigrammes d'acide arsénieux en solution dans l'eau, on obtient pendant deux ou trois minutes quelques taches d'apparence un peu arsenicale, mais après ce premier moment de réaction, le gaz ne fournit plus que des taches ferrées et phosphorées, et ne donne nulle trace d'anneau d'arsenic. Malgré le contact du tube fortement chauffé à la flamme de l'alcool, le gaz brûle à l'extrémité avec ses caractères ordinaires.

» L'addition d'un sel d'antimoine dans l'appareil au fer, donne des résultats analogues. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Notice sur la formation néocomienne du Jura; par* M. JULES ITIER. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Après avoir exposé brièvement la disposition orographique de la partie méridionale de la chaîne du Jura qui est comprise dans le département de

l'Ain, M. Itier montre que la formation néocomienne occupe le centre des vallées longitudinales de la chaîne, et qu'elle en a exhaussé le sol par des dépôts successifs; ses diverses couches vont, en s'amincissant, s'appuyer le plus ordinairement au nord-ouest, sur le troisième étage jurassique, tandis qu'au sud-est elles buttent contre les couches brisées de l'étage moyen. Ce fait fournit à lui seul la démonstration la plus complète des changements considérables qui se sont produits à la surface de cette partie de la terre, entre l'époque du dépôt du dernier terme de la série jurassique et celle de la formation néocomienne.

» Les croupes allongées des montagnes qui séparent les vallées longitudinales du Jura, constituaient au milieu de la mer néocomienne, ou, à parler plus généralement, au milieu de l'océan de la période crétacée, un archipel d'îles ou de presqu'îles étroites; les côtés de ces îles, au sud-est, formaient des plages basses et des hauts-fonds, tandis qu'une mer profonde baignait les escarpements à pic du nord-ouest. On retrouve encore sur une foule de points les traces évidentes des rivages de la mer crétacée; la plupart de ces rivages sont dans un tel état de conservation, qu'il semblerait que la mer les a quittés de nos jours. La localité la plus remarquable que cite l'auteur sous ce rapport, est le versant de la montagne qui domine au nord-ouest le Valromey. On observe, dit-il, au-dessous de Charancin et jusque auprès de Ruffieux, une ligne inclinée aujourd'hui au nord, mais qui était certainement de niveau avant la faille transversale qui a escarpé le pied du mont Colombier; cette ligne, où le flot de la mer crétacée apportait pêle-mêle, avec les fragments de la roche qu'il battait, de nombreux débris de coquilles, d'os de poissons et d'une foule de zoophytes, habitants ordinaires des rivages peu profonds, tels que les coraux, les explanaria, les achilleum, les scyphia, les manon; cette ligne, disons-nous, est marquée par une multitude d'huîtres adhérentes au rocher de formation jurassique qui constituait le fond de cette mer, comme aussi par une suite de trous que ce même rocher a conservés, et qui sont dus à des mollusques lithophages dont on retrouve encore le test dans les alvéoles creusés par ces animaux.

» Après avoir cité les diverses localités où se montre la formation néocomienne, et dont la plus remarquable est la vallée du Rhône, et dans cette vallée le lieu dit *la perte du Rhône*, où l'étage de grès vert, qui appartient aussi à la période crétacée, repose en stratification concordante sur les couches supérieures de la formation néocomienne, M. Itier se livre à une description détaillée de l'ensemble de cette formation; il lui assigne une

puissance de 300 mètres environ dans le département de l'Ain. Pour en faciliter l'étude, il la divise en trois groupes ou étages :

» L'étage supérieur, qui se compose d'un nombre indéterminé d'assises de calcaire blanc ou gris-blond clair, tour à tour subcrayeux ou compacte, analogue au calcaire à *Chama ammonia* d'Orgon (Provence), et contenant dans certaines parties des fossiles dont les principaux sont : *Disceras, Hypurites, Chama ammonia, Astrea, Tubulipora, Meandrina, Pholadomya Langii ;*

» L'étage moyen, qui est souvent composé à sa partie supérieure d'oolithe blanche et jaune parfaitement caractérisée, et qui est formé partout ailleurs de calcaires jaunes et de diverses autres couleurs, quelquefois miroitant, pénétré fréquemment de grains de silicate de fer hydraté, qui lui donnent un aspect verdâtre, et contenant en outre des boules de quarz géodiques; les fossiles les plus remarquables sont : *Pecten quinque-costatus, Spatangus retusus, Exogyra sinuata, Exogyra Couloni, Exogyra columba, Terebratula depressa, Citherea plana, Ptycomya astrea, Serpula socialis, Ammonites.*

» Enfin l'étage inférieur, qui offre des marnes bleues et grises, à nodules calcaires, lesquelles sont schistoïdes ou bien arénacées, et alternent avec des calcaires jaunes et bleus compactes; les principaux fossiles sont : *Pecten quinque-costatus, Spatangus retusus, Trigonia costata, Exogyra aquila, Nautilus elegans, Belemnites dilatatus.*

» A l'appui de ses descriptions, M. Itier donne quatre coupes à l'aide desquelles on peut vérifier l'exactitude de ses observations.

» M. Itier termine ce Mémoire par un rapprochement entre les caractères du système néocomien du Jura et ceux de la même formation dans le reste de l'Europe; il établit l'identité des divers terrains qui ont été décrits sous ce nom, et il en déduit l'étendue que l'ancien Océan a occupé dans toute cette partie de la terre, après la révolution qui a mis fin aux dépôts jurassiques proprement dits. »

GEOLOGIE. — *Considérations générales sur le grand système tertiaire des Pampas; par* M. D'ORBIGNY. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Ce Mémoire, résumé de mes observations géologiques sur la partie orientale de l'extrémité méridionale de l'Amérique du sud, ne contient que les résultats principaux auxquels je suis arrivé.

» Dans un premier paragraphe, je fais connaître la *circonscription* du bassin, ses limites et sa superficie. Ce dépôt tertiaire paraît s'étendre de la province de Chiquitos (17° lat. sud) au détroit de Magellan, étant borné à l'ouest par les contreforts des Andes, à l'est par les collines primitives du Brésil. Ainsi circonscrit, le bassin tertiaire des Pampas s'étendrait en longueur sur 35° ou 875 lieues, et en largeur 12° au plus, c'est-à-dire sur une surface trois fois plus grande que la France, ou égale en étendue à la France, l'Espagne, le Portugal et l'Angleterre réunis.

» Le second chapitre comprend la *composition*. Je divise le terrain en trois séries de couches : la plus inférieure, que j'appelle *tertiaire guaranien*, comprend une série de grès et d'argile sans fossiles; la seconde, que je désigne sous le nom de *tertiaire patagonien*, renferme des couches marines contenant des coquilles fossiles d'espèces perdues, et quelques débris d'ossements et de végétaux; la troisième est l'*argile pampéenne*, qui forme à elle seule les Pampas proprement dites : elle n'est pas stratifiée et ne recèle que des restes de mammifères.

» Le troisième chapitre est consacré aux résultats généraux. Je passe d'abord en revue toutes les époques géologiques qui ont précédé le dépôt des Pampas, et je crois reconnaître, par l'examen de leur composition, que les couches tertiaires marines n'ont souffert de dérangements que postérieurement à leur entière formation; j'arrive aux argiles pampéennes, et je trouve que tous les faits concourent à prouver qu'il y a coïncidence parfaite entre 1° l'époque à laquelle les Cordillères ont pris leur relief; 2° la destruction complète, sur le sol américain, des grandes races d'animaux qui ont peuplé ce continent avant la création actuelle; et 3° le grand dépôt argileux à ossements du Pampas. Ainsi ces trois grandes questions, qui sont d'une importance immense pour la géologie américaine et pour l'histoire chronologique des Faunes, pourraient se réduire et se rattacher à une seule et même cause, l'une des époques de soulèvement des Cordillères, cause à laquelle on pourrait peut-être attribuer plusieurs des grands phénomènes observés dans notre Europe. »

M. le docteur **Guyon** adresse une Notice ayant pour titre : « *Du Haschis, préparation en usage parmi les Arabes de l'Algérie et du Levant.* »

La préparation connue sous le nom de *Haschis* ou *Haschisch*, s'obtient, comme on le sait, des feuilles d'une espèce de chanvre qu'on croit communément être le *Cannabis indica*, mais qui, suivant M. Guyon, serait notre chanvre commun d'Europe. C'est du moins cette espèce qu'il a vu employer

dans l'Algérie, où l'on ne se sert que des feuilles provenant d'individus femelles.

La préparation la plus usitée dans ce pays est une sorte d'électuaire qu'on obtient en faisant bouillir avec du miel des feuilles de chanvre pulvérisées, et aromatisant le mélange, quand il a acquis la consistance convenable, avec une poudre composée de cannelle, de muscade, de gingembre et de plusieurs autres épices. La dose de cet électuaire varie suivant le sexe, l'âge, l'habitude plus ou moins ancienne; quelques personnes en prennent une pilule grosse presque comme une noix.

C'est presque toujours au repas du soir que l'on prend cette drogue désignée sous le nom de Madjonne, et l'on a coutume d'en favoriser l'effet par une tasse de café.

Le Madjonne produit une excitation de quelques heures qui se manifeste par une tendance aux mouvements musculaires, et par des idées gaies, souvent bizarres; il agit aussi comme aphrodisiaque.

Les Arabes qui font usage à l'intérieur du haschis sous différentes formes, fument aussi en général des feuilles de chanvre, mais en les mélangeant avec les deux tiers ou les trois quarts de tabac. Les effets produits ainsi sont à peu près les mêmes, quoique en général moins prononcés.

Le haschis étant aujourd'hui d'un usage très-commun dans les contrées où vivait Homère, M. Guyon incline à croire que c'est avec les feuilles du chanvre plutôt qu'avec le suc du pavot, comme on l'a souvent supposé, qu'on préparait le *Nepenthes*, boisson à laquelle le poëte et plusieurs écrivains d'un âge postérieur attribuent «le pouvoir de bannir les chagrins.»

(Cette Note est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. de Mirbel, Ad. Brongniart, Richard.)

GÉOGRAPHIE. — *Mémoire sur la Floride du milieu; par* M. DE CASTELNAU.

(Commissaires, MM. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Élie de Beaumont, de Gasparin.)

« Cet Essai, dit l'auteur, est divisé en trois sections : dans la première, je traite de la description géographique; dans la seconde, du climat, de la formation géologique, de la température, de l'agriculture et des principales productions végétales et animales; la troisième est consacrée à l'étude de la race humaine qui se présente, en cette contrée, sous les trois variétés blanche, noire et rouge; à la dernière appartiennent les nombreuses

tribus d'Indiens qui toutes sont des branches de la grande nation des Séminoles. »

M. **Constant** adresse un nouveau Mémoire sur un « *système d'essieux » brisés applicable à toute espèce de voitures pour le service des routes or- » dinaires, ainsi qu'aux locomotives et aux waggons employés sur les che- » mins de fer.* »

(Renvoi à la Commission qui avait été chargée de rendre compte d'un premier Mémoire de l'auteur sur le même sujet.)

L'Académie reçoit sept nouveaux Mémoires adressés pour le concours au *prix extraordinaire concernant la vaccine*, Mémoires inscrits sous les numéros 23, 24, 25, 26, 27, 28 et 29.

L'Académie reçoit aussi un Mémoire pour le concours au *prix fondé par M. Manni, concernant les morts apparentes.* Ce Mémoire est inscrit sous le numéro 6.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une ampliation de l'Ordonnance royale qui autorise l'Académie des Sciences et l'Académie des Sciences morales et politiques à accepter une somme de dix mille francs, léguée par M. le baron *de Morogues*, correspondant de l'Institut, pour servir à la *fondation d'un prix quinquennal* à décerner alternativement par chacune de ces Académies.

M. le **Ministre du Commerce** accuse réception du Rapport qui lui a été adressé par ordre de l'Académie, sur les *nouveaux procédés introduits dans l'art du doreur* par MM. Elkington et de Ruolz.

PHYSIQUE. — M. **Arago** a présenté à l'Académie un appareil de rotation à l'aide duquel on va faire l'expérience ayant pour but de décider, si la lumière se meut plus vite dans l'eau que dans l'air. Cet appareil a été imaginé et exécuté par un jeune artiste qui porte dignement un nom justement célèbre, M. **Breguet** fils. Les artifices ingénieux auxquels M. Breguet a eu recours, devant être très-prochainement l'objet d'une communication détaillée, nous nous contenterons de dire aujourd'hui que le mi-

roir rotatif fait plus de 2 000 tours par seconde, sous l'action d'une force extrêmement modérée; que les engrenages, les tourillons résistent parfaitement malgré cette excessive vitesse; enfin, qu'aucun glissement n'étant possible, le nombre de tours du miroir peut être déterminé sans aucune incertitude.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Essai sur quelques expériences relatives à l'action de la garance dans la coloration des os et du test calcaire des œufs des poules, etc.; par* M. **Marc Paolini.**

« Cette dissertation renferme trois parties distinctes. Dans la première, l'auteur présente un résumé historique des principales expériences faites avec la garance sur les animaux vivants, en commençant par les recherches de Belchier, Bazzani et Duhamel, et arrivant jusqu'à celles qu'a faites tout récemment M. Flourens; l'ensemble des résultats obtenus lui fournit l'indication des parties qui ont, jusqu'à ce jour, été reconnues susceptibles de se colorer en rouge par l'action de cette substance. En répétant ces expériences, il a vu se teindre en rouge, outre les os, la partie osseuse des dents, les tendons osseux qui descendent le long des pattes des oiseaux, les petits os de leur larynx, les anneaux de la trachée-artère, la partie osseuse de leur membrane sclérotique, et même les ossifications morbides et anormales, et les noyaux osseux du cal dans les fractures. Quant aux liquides, il remarque que Lister affirme, contre l'opinion de Haller, avoir vu le chyle coloré en rouge chez les animaux nourris avec la garance; que Barbier et Mussey assurent avoir observé le même phénomène dans le sérum du sang; que Duhamel, Parmentier et quelques autres ont vu le lait se teindre de la même couleur, et qu'enfin non-seulement les excréments, mais l'urine elle-même ont offert une couleur rouge à plusieurs des physiologistes qui se sont occupés de ce sujet.

» La seconde partie du travail de M. Paolini est relative à la coloration observée dans la coquille des œufs pondus par des poules soumises au régime de la garance. Plusieurs de ces poules cessèrent de pondre après avoir donné deux ou trois œufs d'apparence naturelle; d'autres continuèrent à pondre pendant quelques jours encore en donnant des œufs dont le test calcaire fut teint en rose, tantôt plus, tantôt moins, mais toujours uniformément. La coloration n'était pas seulement superficielle, elle s'étendait à toute l'épaisseur du test, dont la surface intérieure présentait la même nuance, tandis que la membrane de la coque, l'albumen et le jaune con-

servaient leurs caractères physiques habituels. Chez les poules qui furent tuées pendant qu'elles étaient nourries avec de la garance, la muqueuse de l'œsophage était teinte en rouge dans l'espace de quelques lignes tant au-dessus qu'au-dessous du jabot, lequel était lui-même fortement coloré à sa face interne. L'intérieur du gésier montrait aussi sa surface teinte d'une couleur rouge pourpre; et cette coloration du jabot et du gésier se conserva encore assez manifeste après des lavages multipliés. Le cloaque lui-même avait contracté une légère teinte rosée. Pour ce qui concerne le squelette et toutes les autres parties qui, dans ces animaux, finissent par s'ossifier, M. Paolini a été à même de confirmer tout ce qui a été observé depuis les recherches de Belchier jusqu'à celles de M. Flourens. Il vit, en effet, toutes ces parties teintes d'une belle couleur rouge de carmin, laquelle, très-apparente à la périphérie des os plats et dans les épiphyses des os longs, allait en diminuant d'intensité vers leur partie moyenne ou centrale, c'est-à-dire là où, le travail de l'ossification étant terminé, le tissu est plus dense et plus compacte; il observa la coloration rouge dans les *tendons osseux* qui longent le tarse, dans les points ossifiés de l'os hyoïde, dans la plaque osseuse antérieure du larynx qui correspond au cartilage thyroïde des mammifères, de même que dans les parties ossifiées des anneaux de la trachée-artère, et principalement des trois ou quatre premiers et des quinze ou vingt derniers, en se rapprochant de la bifurcation des bronches.

» Dans le cadavre d'une poule nourrie d'abord, pendant 55 jours, avec de la garance, puis mise ensuite au régime habituel pendant 23 jours, il trouva que l'œsophage, le jabot et le gésier avaient repris leur couleur naturelle. Les os plats paraissaient au premier coup d'œil teints d'une couleur rouge uniforme; mais, en les regardant avec un peu plus d'attention, on y remarquait çà et là des vides, de petits espaces rayonnants de couleur naturelle, et dans les os longs on notait ceci de particulier, que la coloration était presqu'en entier limitée à leurs extrémités articulaires.

» Une autre poule nourrie d'abord de garance pendant 38 jours, puis tenue pendant 22 jours au régime ordinaire, et soumise enfin, de nouveau, pendant un même nombre de jours, au régime de la garance, lui présenta les faits suivants : en observant les os de l'avant-bras et du tarse, surtout vers leur partie supérieure, il eut occasion de constater que la substance de la moelle, laquelle conservait ses caractères naturels, était entourée d'un cercle rouge d'une certaine épaisseur, enveloppé lui-même d'une couche blanche dont la surface extérieure présentait les indices manifestes d'une coloration commençante.

» En ce qui concerne les fluides, l'auteur nie la présence de la garance ou de sa matière colorante dans la sérosité du sang des animaux soumis aux expériences; il affirme néanmoins avoir vu le chyle des vaisseaux lactés d'une couleur jaune rougeâtre due probablement à la garance; il pense que l'urine peut également en être colorée.

» La troisième partie contient quelques considérations physiologiques sur les résultats des expériences répétées par l'auteur.

» Relativement aux os, il croit pouvoir établir qu'une des conditions nécessaires à leur coloration, c'est qu'ils soient pénétrés par un nombre plus ou moins grand de vaisseaux sanguins, ou, en d'autres termes, que leur coloration plus ou moins vive dépend de leur plus ou moins grande vascularité. En effet, les os prennent d'autant plus promptement une belle couleur rouge, que les animaux sont plus rapprochés de la naissance, et chez les adultes ce sont les parties qui n'ont point encore acquis le complément plastique de l'ossification, qui se colorent le plus aisément. M. Paolini a eu aussi l'occasion de confirmer les expériences et les doctrines de Duhamel et de M. Flourens sur l'accroissement des os longs en grosseur au moyen de couches superposées les unes aux autres, et sur leur texture laminaire, ce qui corrobore ce qui a été publié sur ce sujet, d'abord par Malpighi, puis par Medici. Il termine en disant que l'on peut vraisemblablement attribuer le curieux phénomène de la rapide coloration des os, tant au dépôt qui s'opère en eux de nouvelles molécules terreuses déjà colorées en rouge par la garance, qu'à l'attraction qu'exerce sur cette substance le phosphate calcaire préexistant dans les os eux-mêmes en vertu d'une affinité chimico-organique particulière. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les cavernes et les brèches à ossements des environs de Paris; par* M. J. **Desnoyers**.

« Parmi les différents gisements de mammifères fossiles qui caractérisent plus particulièrement les dépôts meubles postérieurs aux terrains tertiaires, ceux des cavernes et des brèches osseuses n'ont point encore été positivement constatés et étudiés dans le bassin de la Seine.

» Les géologues ne pouvaient méconnaître néanmoins un phénomène très-analogue dans les puits naturels qui sillonnent et traversent en tous sens les couches solides des terrains parisiens : la forme de ces cavités, la nature des dépôts meubles dont elles sont remplies, offraient de pre-

miers traits de ressemblance; déjà même, sur quelques points, on y avait trouvé des ossements, mais en trop petit nombre ou trop mal conservés pour qu'on pût y distinguer des espèces caractéristiques et en conclure une parité d'origine et une contemporanéité d'âge.

» Il manquait, pour rendre cette analogie indubitable, de rencontrer dans quelqu'une de ces fentes un amas d'ossements de mammifères terrestres, comparable pour le nombre, pour les espèces et pour le mode d'enfouissement, à ceux des brèches et des cavernes. Le hasard m'a présenté, à l'appui de cette identité présumée, un fait décisif et tout à fait propre en même temps à confirmer des opinions encore combattues sur l'intéressante question des cavernes, si bien étudiée en d'autres points, et qu'il n'était pas inutile de transporter sur un théâtre nouveau.

» Ayant rencontré, dans le fond d'un des puits si nombreux et si remarquables du gypse exploité à la base de la colline de Montmorency, au milieu d'un limon argilo-sableux semblable à celui des cavernes, et qui pénétrait latéralement dans une foule de canaux sinueux, une quantité considérable d'ossements de mammifères terrestres parfaitement conservés, je parvins à y distinguer près de vingt espèces, presque toutes nouvelles pour la paléontologie du bassin de la Seine; je fus alors conduit à rechercher des faits analogues dans d'autres localités, d'abord sur tout le pourtour de la même colline, puis successivement sur d'autres points, dans un rayon de six à huit lieues aux environs de Paris; je ne tardai pas à reconnaître que les nombreuses anfractuosités des terrains solides n'y étaient point un phénomène isolé, qu'elles se rattachaient à un système général de dislocations habituellement en rapport avec le relief du sol, et que, sous le point de vue des espèces de mammifères fossiles, des circonstances particulières de leur gisement, de la forme des cavités elles-mêmes, on pouvait regarder la formation et le remplissage de ces anfractuosités comme parfaitement analogues aux phénomènes des cavernes et des brèches osseuses qui ont entre elles tant d'analogie.

» Au retour à Paris de M. Constant Prévost, mon ami et mon beau-frère, je m'empressai de lui faire part de cette petite découverte et des conséquences que j'en avais tirées; je ne fus pas surpris d'apprendre qu'il avait lui-même remarqué plusieurs faits à peu près analogues sur d'autres points du bassin de Paris, dont il fait depuis longtemps une étude si consciencieuse, et qu'il en avait tiré les mêmes conséquences. Nous nous communiquâmes mutuellement nos observations, nous les discutâmes; nous fîmes ensemble plusieurs nouvelles courses; nous rassemblâmes ainsi

un si grand nombre de matériaux, qu'il nous parut pouvoir être utile d'en faire l'objet d'un travail spécial. En attendant que nous puissions le publier avec tous les détails et les coupes que nous avons recueillis, nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre les principaux résultats auxquels nous sommes jusqu'à présent parvenus.

» 1°. Les nombreuses anfractuosités intérieures ou superficielles qui divisent dans tous les sens et sous toutes les formes les couches solides des terrains des environs de Paris, sont, comme dans la plupart des pays les plus riches en cavernes, le résultat de dislocations du sol et de l'action érosive des eaux.

» 2°. Les dislocations, cause principale, sont elles-mêmes de deux sortes: les unes, générales, se rattachant à un système indépendant de la configuration actuelle du sol; les autres, évidemment partielles, résultant de tassements et d'éboulements locaux au bord des plateaux et au pourtour des collines.

» 3°. La plupart de ces anfractuosités, soit verticales, soit horizontales, ont été traversées, corrodées et agrandies par des eaux d'origines différentes, les unes très-probablement acides, venant de l'intérieur du sol et déposant des travertins et autres produits chimiques, les autres superficielles, qui y ont entraîné de tous les points culminants et environnants, des matières de diverse nature, généralement analogues aux dépôts meubles recouvrant la surface du sol extérieur, tels que des sables, des graviers, des galets, des blocs de roche, des marnes, des argiles, auxquels se sont joints fréquemment des fragments arrachés aux parois des roches sillonnées.

» 4°. Les matériaux, soit ceux charriés par les eaux, soit ceux éboulés par suite des fractures et des tassements, alternent souvent eux-mêmes avec des dépôts calcaires cristallins, ou avec des concrétions de différentes substances métalliques, particulièrement de fer et de manganèse, formés par les sources minérales, ce qui annonce que le remplissage n'a point été instantané, mais successif, et qu'il n'est pas dû à une cause unique et uniforme; circonstance analogue à celle des couches des stalagmites des cavernes et au ciment calcaire des brèches osseuses.

» 5°. Les eaux qui entraînaient ces débris avec les ossements, étaient des eaux douces provenant de la surface du sol, soit continûment, soit d'une manière intermittente; c'est ce que prouvent les nombreuses coquilles terrestres et lacustres bien conservées, et les ossements de petits Batraciens qu'on trouve fréquemment dans ces dépôts.

» 6°. C'est au milieu de ces matériaux divers, et jusque dans les ramifications les plus profondes et les plus étroites de ces cavités, que se sont rencontrés les ossements de mammifères terrestres, tantôt épars, tantôt réunis en squelettes, tantôt groupés en petits amas d'espèces différentes. Les espèces recueillies par nous dans plusieurs cavités, appartiennent surtout à des ruminants, à des rongeurs et à de petits carnassiers.

» 7°. La localité la plus riche jusqu'ici, celle de Montmorency, a présenté dans une seule caverne, dont la capacité était à peine de quelques mètres, plus de deux mille ossements (parmi lesquels un grand nombre de crânes), appartenant à plus de trois cents individus et à près de vingt espèces, la plupart de petite taille, et cependant dans l'état de conservation le plus parfait. Voici un aperçu général de l'ensemble de ces ossements fossiles :

Carnassiers insectivores..	*Musaraigne*...	Deux espèces à dents colorées en rouge, l'une, tout-à-fait analogue à la Musaraigne Carrelet (*S. tetragonurus*), l'autre à la Musaraigne de Daubenton; toutes deux ont déjà été trouvées fossiles dans les brèches de Corse et de Sardaigne et dans les cavernes de la province de Liége. (Assez abondante.)
	Taupe.......	L'espèce vulgaire, trouvée dans les mêmes cavernes, dans celles de Kirkdale, de Saint-Macaire, et dans les riches dépôts de Sansan et de Perriers en Auvergne. (Abondante.)
Carnassiers carnivores..	*Blaireau*..... *Belette*...... *Putois*...... *Marte*.......	Ces quatre genres sont représentés par un très-petit nombre d'ossements qui n'offrent pas de différences avec les espèces vivantes encore dans nos pays.
Rongeurs..............	*Campagnol*...	Quatre à cinq espèces, dont deux de grande taille analogues au Schermaus et au Rat d'eau, et une autre assez analogue au petit Campagnol commun. C'est l'un des genres dont les débris sont le plus communs dans cette caverne; on a fait la même remarque pour les brèches osseuses de la Méditerranée, pour la caverne de Kirkdale, et pour celles de Liége.
	Hamster.....	Une espèce de grande taille, qui ne paraît

pas différer de l'espèce répandue depuis l'Alsace jusqu'en Sibérie, mais qu'on ne connaît point vivante plus à l'ouest. (Assez commune.)

Spermophile (Citillus). Les espèces vivantes de ce genre voisin des Marmottes (*Arctomys*), sont confinées dans les régions septentrionales de l'ancien et surtout du nouveau continent : on n'en connaissait encore de fossiles qu'un seul crâne incomplet, trouvé par M. Kaup dans le gisement d'Eppelsheim, célèbre par les débris de Dinotherium, de Mastodonte et d'autres grands mammifères de races éteintes. L'espèce de Montmorency, dont j'ai trouvé plus de douze crânes presque intacts, avec une quantité considérable d'autres ossements, paraît être tout à fait analogue à celle d'Eppelsheim, que M. Kaup a nommée *Spermophilus superciliosus*. L'espèce vivante dont elle se rapproche le plus est le *Spermophilus Richardsonii* de l'Amérique septentrionale.

Lièvre........ Une espèce de grande taille dont le crâne est bien plus large et plus aplati que dans l'espèce commune. On sait que des ossements de lièvre se retrouvent dans presque toutes les cavernes, confondus avec les os d'ours et d'hyènes, et qu'ils sont aussi très-communs dans les brèches osseuses de la Méditerranée.

Lagomys...... Deux espèces, dont l'une de la taille du *Lagomys ogotona*, et l'autre du *L. pusillus*, la plus petite espèce connue. La présence de ce genre parmi les ossements de mammifères fossiles des environs de Paris est peut-être le fait le plus curieux de ce nouveau gisement, puisque les débris de Lagomys sont les plus caractéristiques des brèches de Corse et de Sardaigne, et qu'on n'en connaît plus d'espèces vivantes que dans l'Asie septentrionale. (Assez rare.)

PACHYDERMES............	*Sanglier*......	Dents. (Rare.)
SOLIPÈDES..............	*Cheval*.......	Une mâchoire presque entière, une grande partie d'un squelette. Les ossements de chevaux se retrouvent dans presque tous les gisements de mammifères fossiles postérieurs aux terrains tertiaires.
RUMINANTS.............	*Renne*........	Bois et ossements d'une espèce analogue au Renne fossile d'Étampes, et dont les débris se sont retrouvés dans une foule de localités de France et de Belgique.
	Cerf.........	Ossements d'une espèce de taille moyenne.

» 8°. Cette liste, quelque incomplète qu'elle soit encore, suffit pour établir, sous le point de vue zoologique, une analogie évidente avec les brèches osseuses de la Méditerranée, et pour indiquer, par les petites espèces, des ressemblances avec les dépôts des cavernes où elles se trouvent réunies aux ours et aux hyènes, que nous ne tarderons sans doute pas à rencontrer aussi dans les environs de Paris, et dont nous avons déjà quelques indices.

» 9°. Sans nous arrêter définitivement encore sur l'âge à assigner aux ossements enfouis dans les cavités du sol parisien, et tout en admettant qu'il doive y en avoir de plusieurs âges, nous les regardons cependant, pour la plupart, malgré la ressemblance générale de l'ensemble avec les espèces encore vivantes et surtout avec les espèces du Nord, comme aussi anciens et peut-être même comme plus anciens que les ossements d'éléphants, de rhinocéros, et autres grands pachydermes et ruminants du gravier diluvien des vallées et des plateaux du bassin de la Seine.

» 10°. L'ensemble de ces observations nous paraît appuyer fortement l'opinion que les mammifères, dont les ossements sont enfouis dans les cavernes, y ont été presque toujours entraînés par des cours d'eau, non pas à une seule époque, mais successivement. Ce phénomène est expliquable par les causes agissant encore actuellement, et dont nous trouvons de nombreux exemples non-seulement dans des faits empruntés à des contrées éloignées, mais encore dans des observations qu'on peut vérifier chaque jour aux environs de Paris, sur le plateau même de Montmorency, où existe, dans une gorge de l'intérieur de la forêt, une large cavité dans laquelle s'engouffrent, depuis des siècles, toutes les eaux torrentielles des environs, entraînant les sables, les graviers, les limons, les ossements d'animaux, les débris de végétaux qu'elles rencontrent sur leur trajet et qu'elles déposent dans les anfractuo-

sités du gypse, donnant ainsi l'explication la plus simple et la plus naturelle du remplissage de la plus grande partie des anciennes cavernes. »

GÉOLOGIE. — *Sur les traces d'anciens glaciers dans les Pyrénées.* — Extrait d'une Lettre de M. N. **Boubée.**

« Je viens de passer près de deux ans dans les Pyrénées, et j'y ai fait, relativemeut à la question des glaciers, quelques recherches dont je m'empresse de soumettre à l'Académie les principaux résultats.

» Comme je l'avais pressenti en visitant les Alpes en compagnie de M. Agassiz, j'ai retrouvé dans toutes les Pyrénées les mêmes traces qui se montrent si bien dans les premières de ces montagnes, et ce nouveau point de similitude entre les deux chaînes m'a vivement frappé. Ainsi dans les grandes vallées pyrénéennes, soit sur le versant espagnol, soit sur le versant français, on reconnaît sans peine des roches polies et striées, portant ainsi des traces incontestables de l'action de glaciers qui ont cessé d'exister avant toute tradition historique; et l'on y retrouve également de grandes moraines qui s'avancent jusqu'en dehors de la chaîne, et démontrent surabondamment que non-seulement ces montagnes en entier, mais encore la plaine environnante sur plusieurs points, sont restées longtemps couvertes de glaces, comme les Alpes, comme nos régions polaires.

» J'ai reconnu des *surfaces polies et striées* dans les vallées de la *Pique*, du *Lys*, du *Larboust*, d'*Aran*, de *Vénasque*, de *Lourou*, de *Gavarnie*, etc., et des moraines anciennes non-seulement dans toutes ces vallées, mais dans plusieurs autres où je n'ai pas rencontré des surfaces polies.

» Je dois faire remarquer qu'il est beaucoup plus facile de retrouver les anciennes moraines que les roches polies et striées, car l'incessante érosion des agents extérieurs dénudant peu à peu les montagnes sur tous les points, fait disparaître de jour en jour leurs surfaces anciennes. Les moraines, au contraire, qui barrent les vallées et en obstruent le fond, ne peuvent échapper à l'exploration même la plus rapide; et de même que, dans les Alpes, on retrouve partout de ces grandes moraines, on en reconnaît aussi dans les Pyrénées à chaque pas, plus ou moins intactes, plus ou moins démantelées par les courants. »

MÉDECINE. — *De l'action des eaux alcalines dans les affections calculeuses.* — Extrait d'une Lettre de M. **Petit**, inspecteur-adjoint des eaux de Vichy.

« Dans une des dernières séances de l'Académie, il a été fait un Rapport

sur plusieurs communications de M. le Dr Leroy d'Étiolles, relatives à la *dissolution des concrétions urinaires*. Ayant employé les eaux de Vichy comme moyen dissolvant de ces concrétions chez un assez grand nombre de calculeux, je crois devoir vous adresser, à l'occasion de ce Rapport, le résultat de mes observations, afin de mieux fixer l'opinion sur le degré d'efficacité, dans ce cas, des boissons alcalines......

» Je n'ai jamais prétendu que l'on dût toujours réussir complétement dans le traitement des maladies calculeuses par l'usage des eaux de Vichy et en général des boissons alcalines; mais je suis convaincu que toutes les fois que les calculs ne seront pas très-volumineux, ni d'une très-grande dureté, il y aura de très-grandes probabilités de pouvoir les détruire complétement par ce moyen. Bien entendu que je n'entends pas parler ici des calculs d'oxalate de chaux qui, lorsqu'ils seront purs, résisteront probablement toujours à cette médication.

» M. Leroy d'Étiolles renouvelle contre l'emploi des boissons alcalines une objection soulevée d'abord par Proust et par Marcet; c'est que l'usage longtemps continué de ces boissons, et à doses élevées, peut, en neutralisant les acides libres de l'urine, favoriser la formation de calculs de phosphate et de carbonate de chaux et de magnésie. La théorie a pu faire naître une semblable crainte; mais cette crainte n'a jamais été justifiée par la pratique. Ainsi M. le Dr Lucas qui, pendant trente-deux ans, a administré les eaux de Vichy à un très-grand nombre de malades, a répété souvent qu'il n'avait jamais observé de calculs d'aucune espèce chez les malades qui venaient habituellement à Vichy. D'un autre côté, ne sait-on pas que les ouvriers qui passent une grande partie de leur vie dans les fabriques de soude, et qui ont presque toujours l'urine alcaline, se portent parfaitement et n'ont jamais la pierre? Si je consulte ma propre expérience, je puis assurer que je connais un très-grand nombre de malades qui font un usage habituel, et déjà depuis bien des années, soit d'eau de Vichy naturelle, soit de bicarbonate de soude, et que, quoique quelques-uns d'entre eux fussent graveleux ou calculeux auparavant, non-seulement ils n'ont plus eu ni gravelle, ni pierre, mais que leur urine est toujours dans l'état le plus satisfaisant, et que même leur santé générale paraît s'être sensiblement améliorée sous l'influence de ce moyen. »

CHIMIE. — *Notice sur un nouveau composé coloré, produit par l'union de l'albumine avec le bioxyde de cuivre hydraté et les alcalis; par* M. LASSAIGNE.

« Dans un Mémoire présenté en 1840 à l'Académie royale des Sciences,

nous avons déjà démontré que l'albumine animale, dans son action sur les sels métalliques, s'unissait à ces composés et formait des combinaisons qui présentaient plusieurs propriétés remarquables.

»En reprenant l'examen de quelques faits que nous avions signalés à cette époque, nous avons été conduits à étudier d'une manière particulière les composés solubles que l'albumine peut produire avec plusieurs oxydes hydratés sous l'influence des alcalis, composés déjà entrevus par MM. Berzelius et Schübler, mais non encore examinés sous le rapport de leurs propriétés et de leur composition.

» L'objet de cette Note est relatif à la combinaison que forme le bioxyde de cuivre avec l'albumine et la potasse.

Albuminate de cuivre et de potasse.

» Nous proposons de désigner sous ce nom le composé soluble que l'on forme directement en traitant à la température ordinaire du bioxyde de cuivre hydraté délayé dans une solution aqueuse d'albumine ou de sérum du sang, et y versant peu à peu une solution de potasse faible. L'addition de cet alcali opère la dissolution du composé d'albumine et d'oxyde de cuivre qui s'est d'abord formée, et il en résulte une combinaison colorée en *beau violet.*

»Ce composé, remarquable par sa couleur, se produit aussi en versant peu à peu de la potasse dissoute sur le précipité blanc bleuâtre que forme l'albumine ou le sérum du sang dans les sels de bioxyde de cuivre. Dès que le précipité est touché par la solution de potasse, il est rendu soluble et colore immédiatement la dissolution.

» Cette combinaison, que nous avions entrevue en 1840, en faisant agir de l'eau de chaux et de baryte sur les composés d'albumine et de sels de bioxyde de cuivre, se prépare surtout à l'état de pureté par le premier procédé, c'est-à-dire par action directe de la potasse sur un excès d'hydrate de bioxyde de cuivre délayé dans une eau albumineuse. Le composé qui s'est produit est ensuite séparé par la filtration, et sa solution doit être évaporée dans le vide sec sous le récipient de la machine pneumatique.

A. — *Propriétés de l'albuminate de cuivre et de potasse.*

» Ce composé, desséché dans le vide pendant vingt-quatre heures, se présente en plaques transparentes et cassantes d'une belle couleur violette. Exposé à l'air, il en absorbe lentement l'humidité et se ramollit un peu.

L'eau froide le fait gonfler et le dissout ensuite en totalité, en se colorant en *violet* ou *bleu-pensée*. Cette solution ne présente pas de saveur bien sensible; en cela elle diffère des solutions des sels de bioxyde de cuivre, qui ont une saveur styptique désagréable.

» Chauffée jusqu'à +100°, cette solution ne se décolore et ne se coagule point; sa teinte s'affaiblit seulement un peu si l'on soutient l'ébullition pendant quelques minutes; après ce laps de temps, elle se trouble sans se décolorer totalement, et laisse déposer une petite quantité de protoxyde de cuivre hydraté, sous forme d'une poudre jaune-orangé.

» Cette action que le calorique exerce sur cette solution en la décomposant en partie, montre qu'il est important de l'évaporer dans le vide, si l'on ne veut en opérer l'altération. C'est par ce moyen que nous avons préparé le composé solide sur lequel ont porté nos expériences.

B. — *Action des acides sur l'albuminate de cuivre et de potasse.*

» Tous les oxacides et beaucoup d'acides végétaux décomposent la solution d'albuminate de cuivre et de potasse, et la décolorent instantanément. Ils agissent tout à la fois sur l'albumine qu'ils précipitent en flocons blancs en s'y unissant, et reforment des sels avec le bioxyde de cuivre et la potasse. Quelques hydracides, tels que les acides chlorhydrique et bromhydrique, se comportent de la même manière; mais l'acide sulfhydrique lui fait perdre sa couleur violette et lui en communique une d'un brun jaunâtre par suite du deutosulfure de cuivre qui a été formé et qui reste dissous dans l'albumine et le sulfure de potassium.

» Lorsque la solution d'albuminate de cuivre et de potasse est décomposée par un acide, on peut la reproduire à l'aide d'un peu d'alcali (potasse ou soude) qui redissout le précipité albumineux et remet en liberté le bioxyde de cuivre.

» L'analyse que nous avons faite d'une portion de cet albuminate double, desséché dans le vide, nous a donné le résultat suivant;

Albumine	89,40
Potasse	7,56
Bioxyde de cuivre	3,04
	100,00

C. —*Albuminate de cuivre et de chaux; albuminate de cuivre et de baryte.*

» Les solutions de chaux et de baryte agissent de la même manière que

la potasse sur le bioxyde de cuivre en présence de la solution d'albumine; elles forment des albuminates doubles qui, à l'intensité de la couleur près, se rapprochent par tous leurs caractères de l'albuminate de cuivre et de potasse.

» La magnésie mise en contact avec de l'hydrate de bioxyde de cuivre et de l'albumine liquide, ne forme, sans doute en raison de sa très-faible solubilité, qu'un composé insoluble, d'une légère couleur lilas.

» Les carbonates neutres et les bicarbonates à base de soude et de potasse rendent soluble dans l'eau le deutoxyde de cuivre hydraté combiné à l'albumine. Mais les sulfates et borates des mêmes bases sont sans action.

» La fibrine, rendue soluble par sa macération dans une solution de nitrate de potasse, se comporte à l'égard des sels de bioxyde de cuivre comme la solution d'albumine, ce qui établit un rapport de plus entre les propriétés chimiques de ces deux principes isomères, comme l'ont établi les expériences de MM. Liebig et Denis.

» La gélatine en solution jouit aussi de la propriété, sous l'influence de la potasse, de dissoudre le bioxyde de cuivre hydraté et de former une combinaison soluble, d'un bleu foncé, analogue à celles produites avec l'albumine et la fibrine. »

M. **Scwickardi** demande qu'un *Mémoire sur les aliments en général et sur la gélatine considérée comme substance alimentaire,* adressé par lui il y a quelques séances, soit admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

Cette Lettre est renvoyée à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

M. **Bourgery** fait hommage à l'Académie de son *Iconographie d'anatomie chirurgicale et de médecine opératoire* (voir au *Bulletin bibliographique*), et demande que ce grand ouvrage soit admis à concourir pour le prix de Médecine et de Chirurgie.

Conformément à une disposition du réglement concernant ce concours, M. Bourgery adresse une indication des parties qui, dans son livre, lui paraissent être le plus neuves et le plus propres à contribuer aux progrès de l'art de guérir.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Marcescheau** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission

chargée de faire un Rapport sur son « *nouveau système de locomotion rapide.* »

Cette Lettre est renvoyée à la Commission précédemment nommée.

M. **Korilski** adresse une nouvelle Note relative aux causes qui, suivant lui, auraient amené *l'écrasement du tube intérieur du puits foré de Grenelle.*

M. **Leymerie** écrit relativement à divers Mémoires qu'il a successivement adressés, et sur lesquels il n'a pas encore été fait de Rapport.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés par MM. **Beau**, **Maurras** et **Magonty**.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission qui avait été nommée à cet effet, présente la liste suivante des candidats pour la place d'associé étranger, vacante par le décès de M. de Candolle.

En première ligne,

M. Œrsted, à Copenhague;

et par ordre alphabétique,

MM. Brewster, à Saint-Andrew (Écosse);
Faraday, à Londres;
Herschel, à Slough;
Jacobi, à Kœnigsberg;
Liebig, à Giessen;
Melloni, à Naples;
Mitscherlich, à Berlin;
Tiedemann, à Erfurt.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la séance prochaine. MM. les membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 6 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 13, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; 3e série, tome IV, février 1842; in-8°.

Mémoire sur la variation des constantes arbitraires dans des formules générales de la Dynamique, et dans un système d'équations analogues plus étendues; par M. BINET; in-4°.

Voyage dans l'Inde; par M. V. JACQUEMONT; 38e et 39e livraisons; in-4°.

Nouvelles Annales des Voyages et des Sciences géographiques; mars 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; 27e année, mars 1842; in-8°.

Médecine opératoire; par MM. BOURGERY et JACOB; 2 vol. in-fol., texte et planches.

Traité des Névralgies ou affections douloureuses des nerfs; par M. VALLEIX; in-8°.

Du traitement des Névralgies par les vésicatoires volants; par le même; broch. in-8°.

De quelques Médecins mentionnés dans les écrits de Saint-Augustin, évêque d'Hippone; *par* M. le docteur GUYON; broch. in-8°.

Réponse aux principales objections dirigées contre les procédés suivis dans les analyses du Sang et contre l'exactitude de leurs résultats; par MM. ANDRAL et GAVARRET; Paris, 1842; in-8°.

Révolutions de la Mer; par M. ADHÉMAR; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; février 1842; in-8°.

Histoire naturelle des îles Canaries; par MM. WEBB et BERTHELOT; 62e livraison; in-4°.

Paléontologie française; par M. A. D'ORBIGNY; 39e et 40e livr.; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XIII, janvier et février 1841; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; 15—31 mars 1842; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; avril 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; avril 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; mars 1842; in-8°.

Journal des Haras, des Chasses, des Courses de chevaux; avril 1842; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société géologique de Londres;* 2e série; vol. VI, partie 1re; Londres, 1841; in-4°.

John Hunter's... *Observations de John* HUNTER *sur le développement des Animaux, avec la description faite par* M. OWEN, *des figures de Hunter, relatives au développement de l'oiseau dans l'œuf;* Londres, 1841; in-fol.

Soluzione... *Solution d'un problème très-important dans la Zoologie : examen du flux et du reflux de la mer; par* M. L. PORTA; Naples, 1839; in-12.

Sulla crescenza... *Sur la croissance de différents arbres observée pendant un espace de vingt années; par* M. BONAFOUS; Turin, broch. in-8°.

Il Filocamo, journal médico-scientifique, et journal d'éducation; tome II, n° 4; in-4°; Malte.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 14.

Gazette des Hôpitaux; n° 38—40.

L'Écho du Monde savant; nos 717 et 718.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 248.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — MARS 1842.

9 heures du matin.			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel à midi.	Vents à midi.
Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
743,78	+12,0		743,78	+14,7		743,65	+14,4		749,56	+ 7,2		+14,9	+ 7,3	Couvert, pluie	S. S. O.
760,00	+ 7,2		759,39	+11,6		757,94	+11,2		759,14	+ 9,8		+11,9	+ 3,5	Très-nuageux	S. O.
761,11	+12,2		761,28	+12,8		760,80	+12,6		760,10	+ 9,6		+12,7	+ 9,0	Couvert	S. O.
759,93	+ 8,2		759,42	+10,9		757,46	+10,0		756,07	+ 7,0		+11,2	+ 6,2	Couvert	S. S. O.
758,78	+ 4,3		760,07	+ 7,0		760,13	+ 7,9		760,28	+ 4,6		+ 7,9	+ 3,5	Couvert	N. E.
756,06	+ 5,6		754,41	+ 7,2		753,49	+ 7,9		753,31	+ 6,0		+ 8,3	+ 2,0	Pluie	E.
753,27	+ 5,2		753,04	+ 7,9		751,86	+10,2		750,36	+ 8,0		+10,9	+ 3,3	Couvert	S.
749,38	+10,4		748,67	+11,4		747,50	+11,1		747,79	+10,6		+11,4	+ 6,2	Couvert	S. S. O.
753,70	+ 7,9		754,67	+10,3		753,72	+10,7		748,44	+ 7,5		+11,5	+ 4,4	Nuageux	O. S. O.
747,11	+ 7,7		752,13	+ 9,1		754,91	+ 9,6		759,98	+ 5,9		+10,0	+ 6,5	Quelques éclaircies	O. violent.
763,60	+ 6,8		762,62	+10,1		761,14	+10,3		759,24	+11,0		+11,2	+ 2,2	Couvert	S.
760,14	+11,7		760,14	+14,4		760,25	+14,4		760,47	+ 9,3		+15,7	+ 9,2	Nuageux	O. N. O.
758,99	+ 8,9		758,95	+12,5		759,62	+12,0		762,52	+ 7,5		+13,0	+ 6,0	Quelques éclaircies	S. O.
764,95	+ 8,0		765,36	+10,1		765,51	+10,7		767,11	+ 5,0		+11,0	+ 4,9	Couvert	N. O.
768,89	+ 6,5		768,17	+11,7		767,29	+13,3		767,74	+ 8,2		+13,9	+ 1,7	Beau	E.
767,27	+ 7,8		764,93	+12,1		763,54	+14,7		762,50	+ 9,4		+14,9	+ 1,9	Beau	N. E.
62,56	+ 9,2		762,63	+13,9		760,83	+15,5		759,00	+12,6		+16,0	+ 4,1	Beau	O. N. O.
55,71	+11,6		755,54	+12,1		754,54	+11,4		751,87	+ 8,8		+13,0	+ 9,7	Couvert	O. N. O.
50,55	+ 8,0		749,15	+ 9,4		748,52	+ 3,2		747,21	+ 3,8		+ 9,7	+ 6,0	Couvert	O. N. O.
42,93	+ 7,6		742,42	+ 9,6		743,11	+ 7,3		747,09	+ 4,0		+10,1	+ 2,1	Couvert	O. fort.
51,27	+ 5,3		751,76	+ 6,2		751,71	+ 6,5		756,81	+ 4,5		+ 7,0	+ 2,5	Couvert, pluie	N. O.
59,00	+ 3,8		757,89	+ 5,6		756,07	+ 5,6		755,23	+ 2,3		+ 5,9	+ 2,0	Couvert, pluie	N. N. O.
54,21	+ 3,0		755,14	+ 1,4		755,77	+ 4,2		757,81	+ 2,5		+ 4,1	— 0,2	Neige	N. E. fort.
61,28	+ 0,8		761,37	+ 3,2		761,14	+ 4,4		762,78	+ 2,3		+ 4,8	— 1,8	Beau	N. E.
62,45	+ 3,8		761,92	+ 5,7		760,61	+ 7,3		757,82	+ 5,5		+ 7,5	— 0,2	Couvert	S. O.
50,33	+ 7,9		750,28	+ 9,1		749,55	+ 9,4		749,90	+ 5,6		+10,6	+ 4,6	Couvert	O. N. O.
52,18	+ 6,6		753,50	+ 8,7		753,89	+10,2		754,70	+ 6,8		+10,4	+ 2,6	Très-nuageux	N.
54,83	+10,0		755,12	+14,0		755,33	+14,4		756,95	+11,2		+15,0	+ 5,3	Couvert	O. S. O.
58,10	+13,1		758,44	+15,2		758,12	+15,5		758,75	+ 9,3		+16,0	+ 9,2	Couvert	O.
59,37	+10,0		758,63	+15,6		758,04	+14,4		758,71	+10,4		+15,8	+ 5,2	Quelques éclaircies	O. S. O.
60,06	+ 9,5		757,73	+10,7		754,83	+11,4		751,53	+12,7		+13,2	+ 7,3	Couvert	S. O.
54,31	+ 8,1		754,69	+10,3		754,15	+10,6		754,50	+ 7,6		+14,1	+ 5,2	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
59,55	+ 8,6		758,99	+11,6		758,44	+11,3		758,47	+ 8,0		+12,8	+ 4,8	... Moy. du 11 au 20	Cour. 3,189
56,64	+ 6,7		756,52	+ 8,7		755,91	+ 9,4		755,55	+ 6,7		+10,0	+ 3,3	... Moy. du 21 au 31	Terr. 2,5?5
56,83	+ 7,8		756,73	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AVRIL 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Recherches sur la composition de l'eau; par* M. **Dumas** (1). (Extrait.)

« J'ai communiqué à l'Académie des expériences entreprises avec M. Stas, qui fixent la composition de l'acide carbonique; nous avons donné, M. Boussingault et moi, des analyses de l'air qui établissent la composition de l'atmosphère sur des bases rigoureuses; je viens faire connaître maintenant le résultat des recherches que j'ai poursuivies sans relâche sur la véritable composition de l'eau et de l'ammoniaque, ce qui complétera les déterminations nécessaires aux spéculations de la physiologie générale.

» L'eau est formée d'oxygène et d'hydrogène, et l'on a essayé de définir le rapport exact suivant lequel ces gaz s'unissent soit en les mesurant, soit

(1) Ces recherches devaient être exécutées avec la participation de M. Stas; mais sa nomination à la chaire de chimie de l'École polytechnique de Bruxelles ne lui a pas permis d'assister à d'autres expériences qu'à celles que nous regardions comme préparatoires. Je dois donc assumer sur moi seul toutes les fautes commises dans l'exécution de ce travail. (*J. D.*)

en les pesant. Ces deux méthodes mises en pratique par MM. Berzélius et Dulong, les ayant conduits exactement au même résultat, celui-ci a été admis, sans discussion, comme l'expression de la vérité.

» Je viens montrer que cette coïncidence fortuite provient d'une double erreur dont la connaissance eût difficilement échappé à la critique des chimistes, s'ils ne s'étaient dès longtemps habitués à admettre sans discussion les poids atomiques adoptés par M. Berzélius.

» Il résulte de mes recherches que l'eau est formée en poids de 1000 parties d'hydrogène pour 8000 d'oxygène, c'est-à-dire que ces corps se combinent dans le rapport simple de 1 à 8.

» MM. Berzélius et Dulong ont admis le même rapport à peu près, car ils regardent l'eau comme étant formée de 1000 parties d'hydrogène pour 8008 d'oxygène. Si ce chiffre exprimait véritablement le résultat de leurs expériences, il faudrait regarder comme insignifiante la correction que je propose aujourd'hui, et comme inutile la longue, dispendieuse et pénible série de recherches à laquelle je me suis livré.

» Mais quand on remonte aux expériences mêmes de mes illustres devanciers, on trouve qu'ils se sont basés sur des déterminations fautives des densités de l'hydrogène et de l'oxygène; car il est bien prouvé, maintenant, que la densité de l'oxygène n'est pas représentée par 1,1026, et je vais faire voir que celle de l'hydrogène ne peut pas l'être par les nombres 0,0688 ou 0,0687 entre lesquels hésitent MM. Berzélius et Dulong.

» En effet, quand on suppose que l'hydrogène et l'oxygène s'unissent dans le rapport exact de 2 : 1 en volumes et qu'on essaye d'en déduire la composition en poids de l'eau, d'après la densité de ces deux gaz, en partant de la densité de l'hydrogène de MM. Berzélius et Dulong et de la densité de l'oxygène que nous avons déterminée, M. Boussingault et moi, on trouve non pas le rapport de 1000 à 8000, ni celui de 1000 à 8008, mais bien le rapport de 1000 à 8040, qui est évidemment inadmissible. Cependant, comme tout porte à croire que l'hydrogène ne diffère pas sensiblement de l'oxygène par la manière dont ces deux gaz se comportent sous diverses pressions, et que leur coefficient de dilatation ne peut exercer aucune influence appréciable sur le rapport qui nous occupe, il faut que la densité de l'hydrogène de Dulong soit inexacte ou que la loi de M. Gay-Lussac sur la combinaison des gaz ne soit qu'une approximation.

» En tout cas, il était donc indispensable de vérifier la densité de l'hydrogène, et l'on ne pouvait rien conclure, quant à la composition exacte de l'eau, des densités de gaz connues jusqu'ici.

» Mais M. Berzélius a déduit la composition de l'eau d'une expérience plus directe. Il a réduit de l'oxyde de cuivre au moyen de l'hydrogène, et, recueillant l'eau formée par une quantité d'oxygène connue, il a pu en tirer la composition de l'eau.

» M. Berzélius a fait trois expériences de ce genre qui, en moyenne, lui ont donné pour 1000 d'hydrogène 8008 d'oxygène. Un chimiste anglais, le docteur Prout, avait déjà émis l'opinion que l'eau pourrait bien contenir 1000 d'hydrogène pour 8000 d'oxygène, mais on lui opposa le résultat de ces expériences comme propre à démontrer que de tels rapports étaient des jeux d'esprit qui ne méritaient aucune considération.

» Pour montrer à quel point on s'est laissé influencer par une confiance exagérée dans la manière de procéder pour les déterminations de cette nature, il suffit de comparer les chiffres résultant des trois expériences de M. Berzélius :

1re expérience, 1000 hydrogène	=	8042 oxygène.
2e expérience, 1000 hydrogène	=	7936
3e expérience, 1000 hydrogène	=	8053
		24031
Moyenne.........		8010

» De ce qu'on avait trouvé les nombres 805.... 804 et 793, dont la moyenne est 801, rien n'autorisait certes à conclure que le véritable nombre n'était pas 800. Il ne faut pas répondre de $\frac{1}{800}$, quand on n'a fait que trois expériences qui diffèrent entre elles de $\frac{12}{800}$, et ce n'est pas avec des expériences dont les nombres s'écartent de $\frac{1}{66}$ qu'on est autorisé à repousser cette correction de $\frac{1}{800}$ qui suffisait pour mettre la moyenne d'accord avec les vues du docteur Prout.

» N'hésitons pas à dire que, jusqu'ici, les vues du docteur Prout n'ont point été soumises à cette discussion sincère et approfondie que leur haute importance méritait. J'ignore si ces vues sont vraies dans toute leur étendue, mais, pour le savoir, il faut reprendre la détermination des poids atomiques sur une grande échelle, par des moyennes fondées sur des expériences nombreuses et en ne négligeant aucune des corrections que la physique enseigne.

» Si ces corrections eussent été introduites dans l'expérience de M. Berzélius, les résultats, déjà si éloignés de la moyenne admise, s'en seraient écartés bien davantage.

» La première correction à faire au résultat brut de l'expérience, con-

sistait à ramener au vide le poids de l'eau formée pour en avoir le poids absolu. Cette correction ne s'élève pas à moins de 10 à 12 milligrammes sur le poids de l'hydrogène, dans des expériences où l'on a cru pouvoir compter sur une précision de 1 milligramme.

» Par la même raison, il faut ramener aussi au vide le poids de l'oxygène employé.

» D'un autre côté, la dessiccation de l'hydrogène exige des précautions bien autrement minutieuses que celles que M. Berzélius a mises en usage. Il a supposé, en effet, qu'un courant de gaz arrive à la sécheresse absolue en parcourant rapidement un tube rempli de chlorure de calcium. L'expérience et le raisonnement prouvent qu'il n'en est rien. Or, le gaz qui disparaît en se transformant en eau présentait à la vapeur un espace qui, en s'anéantissant, détermine sa condensation. Ainsi, toute l'eau hygrométrique du gaz consommé s'ajoute à l'eau provenant de l'expérience, quand le gaz hydrogène brûlé n'est pas sec.

» Enfin, en supposant les poids réduits au vide et les gaz parfaitement secs, les expériences de M. Berzélius laisseraient encore beaucoup de doute sur la véritable composition de l'eau, par cela seul qu'elles ont été faites sur 10 à 12 grammes seulement.

» Ces expériences sont donc trop peu nombreuses; elles ont été faites sur une trop faible échelle; on n'y a pas introduit des corrections indispensables qui dénatureraient complétement les chiffres qu'on en a déduits; tous ces motifs devaient me déterminer à les reprendre.

» Mon premier soin a consisté à me procurer de l'hydrogène parfaitement pur. A cet égard, je crois n'avoir rien laissé à désirer par l'emploi de moyens très-simples que j'ai vus généralement approuvés et adoptés par les chimistes qui, depuis longtemps, ont pu prendre connaissance de mes expériences (1).

» Les impuretés de l'hydrogène obtenu par le zinc, l'eau et l'acide sulfurique, peuvent consister en oxydes d'azote, acide sulfureux, hydrogène arseniqué, hydrogène sulfuré.

» Les oxydes d'azote proviennent de l'acide sulfurique impur; il faut toujours s'assurer de sa pureté avant de l'employer.

» L'acide sulfureux se trouve quelquefois dans l'acide sulfurique qu'on a essayé de purifier de combinaisons nitreuses par un courant d'acide

---

(1) Les procédés que j'ai employés pour la synthèse de l'eau, ont été présentés dans mon cours de l'École de Médecine, de l'année dernière.

sulfureux. Entraîné par l'hydrogène, il passerait avec lui et causerait de graves erreurs.

» L'hydrogène arseniqué et l'hydrogène sulfuré se montrent presque constamment dans ces expériences, le dernier surtout.

» Il faut donc faire usage d'acide sulfurique pur et diriger le gaz au travers de quelques réactifs propres à lui enlever les traces d'hydrogène sulfuré ou d'hydrogène arseniqué qu'il renferme. Une dissolution de nitrate de plomb arrête l'hydrogène sulfuré; une dissolution de sulfate d'argent arrête l'hydrogène arseniqué à son tour. Je place ces dissolutions dans des tubes en U remplis de verre en morceaux, ce qui donne aux liquides un développement de surface convenable à l'action qu'ils sont destinés à exercer.

» Ordinairement, à la fin de l'expérience, dans les tubes qui ont près d'un mètre de longueur, la partie colorée forme une zone qui ne dépasse guère trois ou quatre centimètres.

» Le gaz passe ensuite dans des tubes semblables pleins de pierre ponce humectée par une dissolution de potasse concentrée; de là dans un tube qui renferme de la potasse en morceaux ordinaire, puis dans un autre qui contient de la potasse caustique qui a été chauffée au rouge.

» L'hydrogène qui a subi ces purifications est parfaitement inodore. Il m'est souvent arrivé d'en dégager une centaine de litres sans apercevoir la moindre odeur.

» Mais ce gaz n'est pas encore sec, et j'ai employé pour le dessécher tantôt l'acide sulfurique concentré, tantôt l'acide phosphorique anhydre.

» L'acide sulfurique convient très-bien quand on opère en hiver, ou bien qu'on a soin de maintenir les tubes desséchants à zéro, en les entourant de glace. Mais j'ai souvent employé l'acide phosphorique anhydre comme dessicant. Dans ce cas, je le divise au moyen de gros fragments de pierre ponce.

» L'hydrogène pur et sec est perdu pendant quelques heures, afin de balayer tout l'air des appareils.

» L'oxyde de cuivre est placé dans un ballon en verre très-dur, où il peut éprouver la chaleur rouge pendant une journée entière, sans que le ballon s'altère dans la forme ni même dans l'éclat de sa surface. J'ai employé pour le chauffer des lampes à alcool à double courant d'air, d'une construction nouvelle, où je maintiens l'alcool à une température basse au moyen d'une enveloppe d'eau.

» Les ballons que je devais employer à ces expériences m'ont été fournis par M. le baron de Klinglin, qui, dans sa belle verrerie de plaines de Valsch et de Valeristhal, obtient tous les objets en verre dur dont les chimistes peuvent avoir besoin. Ce sont des globes ou boules à deux cols, l'un court par où arrive l'hydrogène, l'autre beaucoup plus long par où se dégage l'excès de gaz et l'eau formée. Les difficultés singulières qui se présentaient pour la fabrication de ces pièces nous ont causé mille contrariétés, mais on a fini par les surmonter.

» Nous avons eu en définitive des ballons assez bien recuits pour résister à tous les changements de température, assez durs pour supporter une chaleur rouge prolongée sans perdre leur brillant, et munis d'une pointe longue d'un mètre où s'opérait le refroidissement et la condensation de la vapeur aqueuse formée.

» L'oxyde de cuivre étant introduit dans le ballon, on ajuste sur le petit col un robinet, et l'on ferme le côté opposé au moyen d'un dé en caoutchouc. Après s'être assuré que le système garde le vide, on dirige dans la boule un courant d'air desséché par l'acide sulfurique, et on chauffe la boule au rouge. Lorsqu'on a fait passer ainsi quinze ou vingt litres d'air, on retire la lampe et on laisse refroidir l'appareil pendant qu'il y circule encore quinze ou vingt autres litres d'air bien sec.

» Toute humidité accidentelle étant ainsi écartée, le ballon étant parfaitement refroidi, on y fait le vide et on le pèse. Le vide vérifié, on le pèse de nouveau.

» On met alors le ballon en communication avec l'appareil d'où l'hydrogène se dégage.

» On ajuste les appareils destinés à recueillir l'eau liquide, et les tubes dessicants qui doivent retenir l'eau hygrométrique de l'excès de gaz. Ces tubes sont toujours disposés exactement de même que ceux qui précèdent l'oxyde de cuivre.

» Ils ont été pesés d'avance, de sorte qu'en les pesant de nouveau après l'opération, on connaît le poids de l'eau formée.

» L'oxyde de cuivre étant chauffé au rouge sombre, la réduction commence, et l'eau ruisselle bientôt en abondance; mais au bout de quelques heures la formation d'eau se ralentit, et ce n'est qu'après dix ou douze heures que l'opération est terminée. Il n'est pas facile, par conséquent, de consacrer moins de seize ou dix-huit heures à l'exécution de chaque expérience, abstraction faite des dispositions préliminaires, qui m'ont constamment coûté deux ou trois jours de soins.

» Si j'ajoute que j'ai obtenu dans mes diverses expériences plus d'un kilogramme d'eau, que je mets sous les yeux de l'Académie; que c'est le produit de dix-neuf opérations, dont les nombres sont réunis dans le tableau suivant; qu'enfin, en comptant celles qui ont échoué par accident, je n'ai pas fait moins de quarante ou cinquante expériences semblables, on pourra se faire une juste idée du temps et de la fatigue que cette détermination m'a coûtés.

» Il faut même ajouter que la durée nécessaire de ces opérations, en m'obligeant à prolonger le travail fort avant dans la nuit, en plaçant les pesées vers 2 ou 3 heures du matin dans la plupart des cas, constitue une cause d'erreur réelle. Je n'oserais pas assurer que de telles pesées méritent autant de confiance que si elles avaient été exécutées dans des circonstances plus favorables et par un observateur moins accablé de la fatigue inévitable après quinze ou vingt heures d'attention soutenue.

Synthèse de l'eau.

NATURE des corps desséchants.	POIDS du ballon vide d'air contenant l'oxyde de cuivre.	POIDS du ballon vide d'air contenant le cuivre réduit.	POIDS des vases pour recueillir l'eau.	POIDS des vases contenant l'eau.	OXYGÈN. consommé	EAU obtenue.	ÉQUIV. brut de l'hydrogène.	ÉQUIV. de l'hydrogène corrigé pour l'air contenu dans l'acide sulfurique employé.
Acide sulfurique....	291,985	278,806	480,807	495,634	13,179	14,827	1250,5	1249,6
Id............	344,548	324,186	488,227	511,132	20,362	22,905	1249,0	1248,0
Id............	316,671	296,175	439,711	462,764	20,495	23,053	1248,1	1247,2
Acide phosphorique.	625,829	568,825	884,190	948,323	57,004	64,044	1250,6	1249,0
Acide sulfurique....	804,546	728,182	887,331	973,291	76,364	85,960	1256,2	1254,6
Id............	533,726	490,155	867,159	916,206	43,571	49,047	1256,3	1255,0
Id............	661,915	627,104	839,304	878,482	34,811	39,178	1254,6	1253,3
Acide phosphorique.	612,625	566,738	824,624	876,244	45,887	51,623	1250,0	1249,0
Id............	904,643	844,612	822,660	890,246	60,031	67,586	1258,3	1255,1
Acide sulfurique....	642,325	590,487	741,095	799,417	51,838	58,320	1250,4	1248,9
Acide phosphorique.	587,645	535,137	874,832	933,910	52,508	59,078	1251,2	1249,0
Id............	673,280	613,492	931,487	998,700	99,789	67,282	1253,3	1250,8
Acide sulfurique ...	660,855	598,765	682,374	752,273	62,090	69,899	1257,7	1254,8
Id............	642,325	590,487	741,097	799,455	51,838	58,360	1258,1	1256,2
Id............	937,845	881,362	1064,762	1128,319	56,483	63,577	1255,8	1252,2
Acide phosphorique.	756,352	719,563	878,640	920,030	36,789	41,390	1250,6	1249,1
Id...........	754,162	720,000	887,817	926,275	34,162	38,458	1257,3	1255,1
Id............	759,762	727,632	888,662	924,837	32,133	36,175	1257,5	1254,7
Id	747,652	716,825	877,862	912,539	30,827	34,677	1248,8	1248,0
						Moyennes.........	1253,3	1251,5

» J'ai fait de mon mieux, et en retraçant ici toutes les circonstances de mes expériences, je n'ai qu'un seul but, celui de mettre tous les chimistes en état d'en apprécier la valeur, et de faire la part des chances d'erreur de tout genre qu'elles peuvent comporter.

» Si l'on pensait que ces expériences peuvent être abrégées, on verrait bientôt qu'il n'en est rien, en parcourant le résumé des opérations dont elles se composent :

» 1°. Dégagement d'hydrogène dans l'appareil pour en balayer l'air;

» 2°. Pesée du ballon plein d'oxyde de cuivre et vide d'air;

» 3°. Pesée des appareils destinés à recueillir l'eau;

» 4°. Ajustement de l'appareil;

» 5°. Réduction;

» 6°. Refroidissement du ballon, le courant d'hydrogène étant maintenu;

» 7°. Pesée du ballon froid et vide d'hydrogène;

» 8°. Balayage de l'hydrogène des appareils qui renferment l'eau, au moyen d'un courant d'air sec, pour en expulser l'hydrogène;

» 9°. Pesée des appareils qui renferment l'eau;

» En supposant, bien entendu, que la journée de la veille a été complétement consacrée à faire passer l'air sec sur l'oxyde chaud et à préparer toutes les pesées.

» A la vérité, on pourrait abréger ces expériences en diminuant la quantité d'eau qu'on veut produire à chacune d'elles, mais il faut faire attention à une circonstance particulière, pour apprécier jusqu'à quel point cette diminution est permise.

» De toutes les analyses qu'un chimiste peut se proposer, celle de l'eau est celle qui comporte le plus d'incertitude. En effet, 1 partie d'hydrogène se combine avec 8 parties d'oxygène pour former de l'eau, et rien ne serait plus exact que l'analyse de l'eau, si l'on pouvait peser l'hydrogène et peser l'eau qui proviendrait de sa combustion.

» Mais l'expérience n'est pas possible sous cette forme. Nous sommes obligés de peser l'eau formée et l'oxygène qui a servi à la produire, pour en déduire, par différence, le poids de l'hydrogène qui en fait partie. Ainsi, une erreur de $\frac{1}{90}$ sur le poids de l'eau, ou de $\frac{1}{800}$ sur le poids de l'oxygène, affecte d'une quantité égale à $\frac{1}{90}$ ou à $\frac{1}{80}$ le poids de l'hydrogène. Que ces erreurs étant dans le même sens viennent à s'ajouter, et l'on aura des erreurs qui iront à $\frac{1}{40}$.

» Il ne faut donc pas s'étonner si MM. Berzélius et Dulong n'ont réellement déterminé le poids atomique de l'hydrogène qu'à $\frac{1}{60}$ près. Ce qui

surprend seulement, c'est qu'ils aient pu croire que cette détermination atteignait une précision de $\frac{1}{1000}$ environ.

» Je m'estimerais fort heureux si l'avenir prouvait que les expériences que j'ai exécutées donnent le poids atomique de l'hydrogène à $\frac{1}{300}$ près; j'aurais bien voulu arriver à $\frac{1}{1000}$, mais je ne l'ai pas pu et je laisse à de plus habiles le mérite d'y parvenir. Il m'est arrivé qu'à mesure que j'augmentais le poids de l'eau formée et la durée des expériences, des causes d'erreur diverses venaient compliquer les pesées et en diminuer la précision.

» Quoi qu'il en soit, le poids atomique de l'hydrogène ne peut guère être au-dessous de 12,50 quand on représente l'oxygène par 100.

» Mes expériences le placent entre 12,50 et 12,56, et si elles peuvent laisser quelque chose à désirer au point de vue philosophique, elles suffisent surabondamment à tous les besoins de la pratique.

» En considérant l'eau comme formée de 1 d'hydrogène pour 8 d'oxygène, jamais un chimiste ne sera exposé à commettre une erreur dans ses expériences ou dans ses calculs, puisqu'on a trouvé qu'elle renferme

8 d'oxygène et	1 d'hydrogène.
80 *id*.........	10
800 *id*.........	100
8000 *id*........	1001 ou 1003.

» Je sais maintenant quelles causes d'erreur j'ai rencontrées et quels moyens il faudrait employer pour les éviter. Peut-être un jour reprendrai-je cette recherche que je regarde comme une des plus délicates et des plus importantes de la philosophie naturelle.

» En effet, si les molécules des corps élémentaires sont toutes des multiples de la molécule de l'hydrogène, comme l'a supposé le docteur Prout, personne ne peut prévoir quelles seront les conséquences auxquelles une relation de cette nature conduira les chimistes, quand elle sera bien constatée et qu'ils oseront s'y confier.

» La densité de l'hydrogène ne peut rien nous apprendre à ce sujet de plus que ce que nous pouvons déduire de l'analyse de l'eau elle-même. Nous avons trouvé, M. Boussingault et moi, que cette densité est comprise entre 0,0691 et 0,0695, nombre sensiblement plus élevé que celui de MM. Berzélius et Dulong qui est, évalué comme on sait, de 0,0687 à 0,0688.

» Les densités de gaz prises par MM. Berzélius et Dulong sont généralement trop faibles, l'azote excepté. Il est probable que cela tient à quelque

faute sur la mesure de la température du gaz et au mélange fortuit de l'air avec le gaz pesé.

» Si l'on pouvait déterminer la densité de l'hydrogène de manière à répondre de la quatrième décimale, cette détermination serait d'une grande importance dans la discussion qui nous occupe; mais il faudra pour y parvenir un grand nombre de pesées, et jusqu'ici nous n'avons pu en exécuter que cinq. Plus tard nous ferons connaître la marche suivie pour les exécuter et la moyenne des résultats qu'elle nous auront fournis.

» Ce que je veux établir aujourd'hui, c'est que les déterminations de poids atomiques de M. Berzélius et sa synthèse de l'eau en particulier laissent indécise la question soulevée par le docteur Prout : je n'ignore pas qu'en Angleterre, M. Turner a examiné, il y a quelques années, si les poids atomiques de M. Berzélius étaient plus conformes à l'expérience que ceux qui résultaient des vues du docteur Prout, et qu'il a conclu son investigation en donnant raison aux tables de M. Berzélius ; mais je doit ajouter que M. Turner n'a pas fait usage de méthodes assez délicates pour trancher la question.

» Je puis conclure de mon expérience personnelle que, le poids de la molécule d'hydrogène étant 1, celui de la molécule de carbone est 6, celui de la molécule d'azote 7 et celui de la molécule d'oxygène 8 Ces rapports ne comportent que des erreurs à peu près insignifiantes.

» Pour vérifier leur exactitude ou pour contrôler les autres poids atomiques, il faut entrer dans la voie ouverte par la nouvelle analyse de l'acide carbonique; c'est-à-dire faire des analyses ou des synthèses sur une grande échelle, en opérant des réactions très-simples sur des corps très-purs.

» A ce titre, je vais donner ici l'analyse du spath d'Islande comme exemple. Celui sur lequel j'ai opéré avait été recueilli par M. Eugène Robert, qui a bien voulu en faire le sacrifice en faveur de mes recherches.

» D'après une analyse faite sur 30 grammes, il renfermait

Carbonate de chaux	29,991	9997,0
Silice	0,004	1,3
Peroxyde de fer	0,005	1,7
Magnésie	trace.	trace.
Oxyde de manganèse	trace.	trace.
	30,000	10000,0

» Soumis à la calcination jusqu'à ce que son poids ne change plus, ce spath a fourni les résultats suivants dans trois expériences, en ramenant les

pesées au vide :

Poids du spath.	Poids de la chaux.	Chaux p. 100.
49$^{gr.}$,916	28,016	56,12
50 ,497	28,305	56,04
64 ,508	36,167	56,06

» Si ces expériences très-simples, faciles à répéter, sont confirmées par de nouvelles recherches, il faudra en conclure que le poids atomique du calcium est exactement égal à vingt fois celui de l'hydrogène.

» J'ai dit et je répète que tous les poids atomiques ont besoin d'une révision attentive ; que, sans adopter ou sans repousser les opinions du docteur Prout, je suis forcé de convenir qu'elles se sont généralement accordées avec mes propres expériences ; qu'il y a conséquemment là une voie féconde ouverte aux recherches, alors qu'on pouvait croire toute détermination ultérieure inutile.

» Préoccupé depuis longtemps par des travaux d'une autre nature, je ne puis pas suivre cette direction nouvelle, mais j'ai l'espoir qu'elle ne demeurera pas longtemps inculte, et qu'elle ne tardera à fournir ses fruits à la science. »

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES. — *Éclaircissements sur le Traité* De numero arenæ *d'Archimède ; par* M. CHASLES.

« Cet ouvrage a été cité souvent et dans des vues différentes. L'arithméticien y a trouvé, pour exprimer les grands nombres, un procédé présentant une certaine analogie avec notre principe actuel de la valeur de position des chiffres ; l'algébriste y a vu, dans les propriétés d'une progression géométrique, le principe qui forme le fondement de la théorie des logarithmes, et un bel exemple de l'usage des lettres, comme symboles abstraits, pour représenter les termes de cette progression et donner aux raisonnements toute la généralité possible ; le géomètre a distingué dans cet ouvrage les considérations par lesquelles Archimède résolvait un triangle rectangle, sans connaître la trigonométrie qui n'a été imaginée que quelque temps après par Hipparque ; l'astronome y a remarqué le système d'Aristarque sur le mouvement de la Terre, et surtout l'observation difficile et curieuse par laquelle Archimède a déterminé le diamètre du Soleil.

» Enfin le but que s'est proposé Archimède en écrivant cet ouvrage, qui a exigé, comme on le voit, tant de connaissances diverses, mérite par lui-

même d'être noté dans l'histoire des progrès de l'esprit humain ; car ce but, philosophique, était de *détruire une opinion erronée*, répandue depuis la plus haute antiquité et devenue proverbiale, savoir, *que le nombre des grains de sable de la terre était infini, ou du moins qu'on ne pouvait assigner un nombre plus grand.*

» C'est donc à bien des titres divers que le livre *De numero arenæ*, malgré son peu d'étendue, doit figurer dans l'histoire des sciences.

» Mais il semble que cette multiplicité de points de vue sous lesquels il se recommande ait nui, en quelque sorte, à une appréciation bien précise du caractère général de cet ouvrage et de la valeur, soit mathématique, soit historique, de quelques-unes des notions qu'il renferme; car il a presque toujours été, de la part des écrivains qui s'en sont occupés, d'écrivains même des plus distingués, le sujet d'analyses incomplètes ou empreintes d'erreurs plus ou moins graves. Ainsi la pensée que je viens de signaler comme ayant présidé à la composition de ce livre a été méconnue : on a regardé le calcul du nombre des grains de sable, soit comme un pur jeu de l'esprit, soit comme une question oiseuse par elle-même et qui ne devait servir à Archimède qu'à faire connaître un procédé de numération pour écrire les grands nombres avec les caractères grecs en usage de son temps. Et quant aux notions arithmétiques que renferme l'ouvrage, notions complexes et assez délicates, et dont l'appréciation exigeait une connaissance minutieuse des autres procédés de la numération grecque au temps d'Archimède et après lui, je crois qu'on n'en a pas non plus bien saisi le sens ni toute la portée. Par exemple, en y reconnaissant le principe de la valeur de position, appliqué à *des tranches de chiffres*, on a cru pouvoir en conclure, par un raisonnement spécieux, que l'application de ce principe *à de simples chiffres*, sur laquelle repose notre arithmétique actuelle, n'était pas connue des Grecs (1); et cette opinion a fortifié les idées déjà généralement admises sur l'origine de notre arithmétique. On s'est mépris même complétement sur le véritable sujet traité dans l'Arénaire, en croyant que ce livre n'a eu d'autre but que de simplifier la numération des Grecs, et qu'Archimède ne l'aurait pas écrit s'il eût connu le système de numération que j'ai trouvé dans le passage de la Géométrie de Boèce.

---

(1) Voir le Mémoire de Delambre sur l'arithmétique des Grecs, p. 9 du tome II de l'*Histoire de l'Astronomie ancienne*, et p. 578 des *OEuvres d'Archimède* traduites par Peyrard.

» Ces diverses appréciations du livre d'Archimède ont conduit à des conséquences non moins erronées concernant l'histoire de l'arithmétique ; et plusieurs érudits m'ont opposé cet ouvrage comme contraire à mon explication du texte de Boèce et à mes opinions sur la véritable origine de notre système de numération. Je me suis borné jusqu'ici à réfuter verbalement cette objection; mais elle s'est reproduite récemment, avec une nouvelle insistance, au sujet de deux communications faites devant une autre Académie, la première par M. Vincent, qui a découvert dans le texte obscur de Julius l'Africain un nouvel et curieux exemple de l'usage de la valeur de position des signes représentatifs des nombres chez les Romains; la deuxième par M. Jomard, qui a traité, dans un Mémoire étendu, des notations numériques chez les différents peuples depuis une haute antiquité.

» Cette circonstance m'a déterminé à faire une analyse précise et complète, autant qu'il m'a été possible, des notions arithmétiques que renferme le livre d'Archimède.

» C'est ce travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. S'il a été inspiré par le besoin de défendre mes opinions dans une question historique importante et des plus controversées, j'ose espérer qu'il ne paraîtra pas dépourvu d'un intérêt scientifique plus général; car je crois y mettre en lumière plusieurs points du livre d'Archimède qui semblent être restés tout à fait inaperçus, et j'essaye de rectifier de fausses idées qu'on s'est faites sur cet ouvrage, l'un des monuments de l'antiquité grecque les plus dignes d'être connus, ouvrage qui seul eût suffi pour signaler le génie de son auteur à l'admiration de la postérité.

» J'ajouterai à cette analyse quelques considérations comparatives sur le système de l'Abacus, et je conclurai :

» 1°. Que le livre *De numero arenæ* n'a point eu pour objet de simplifier la numération des Grecs, et qu'il a eu un but tout différent ;

» 2°. Qu'aucun passage n'autorise à penser que l'usage des neuf chiffres avec valeur de position, c'est-à-dire le système de l'Abacus, tel que je l'ai trouvé dans Boèce, était inconnu d'Archimède;

» Et 3° enfin que cet ouvrage ne peut pas donner lieu à la moindre objection contre mes opinions sur l'origine purement occidentale de notre arithmétique.

Objet du livre De numero arenæ.

» Cet ouvrage, loin d'avoir pour but de simplifier la numération des Grecs, comme on l'a cru en l'invoquant contre mon explication de l'*Aba-*

cus de Boèce, a, en réalité, un but philosophique et mathématique tout différent.

» Archimède, ainsi que je l'ai dit ci-dessus, s'est proposé de détruire une opinion erronée répandue depuis la plus haute antiquité et devenue proverbiale, savoir, *que le nombre des grains de sable de la terre était infini, ou du moins qu'on ne pouvait assigner un nombre plus grand.*

» C'est cette erreur qui avait donné lieu à l'adage *arenam metiri,* qu'on trouve dans une foule d'auteurs anciens, pour exprimer une chose impossible à l'esprit humain (1).

» Archimède précise lui-même son intention en ces termes : « Il est des » personnes, ô roi Gélon, qui pensent que le nombre des grains de sable » est infini..... Quelques-uns croient qu'il n'est pas infini, mais qu'il est » impossible d'assigner un nombre plus grand..... Quant à moi, je vais faire » voir, par des démonstrations géométriques irrécusables, que, parmi les » nombres que j'ai dénommés dans le livre adressé à Zeuxippe, il en est de » plus grands que le nombre des grains de sable que contiendrait un vo- » lume égal, non-seulement à celui de la terre, mais encore à celui du » monde entier. »

» Voilà le véritable objet du livre d'Archimède.

» Les premiers commentateurs l'ont bien compris en traduisant son titre Ψαμμίτης par les expressions *De numero arenæ* (2), *Livre du nombre de l'arène* (3).

---

(1) V. *Adagia Græcorum,* ab A. Scotto. Antuerpiæ, 1612, in-4°; p. 23, 189, 354. — *Adagia sacra Novi Testamenti græco-latina,* ab eodem. Antuerpiæ, 1629, in-4°, p. 102, 103.

(2) Voir Hamellius; *In Archimedis librum de numero Arenæ commentarius,* Lutetiæ 1557, in-8°. — Commandinus, *Archimedis opera nonnulla,* Venetiis, 1558, in-folio.

(3) Voir Stevin, *OEuvres mathématiques.* — Forcadel, l'*Arithmétique;* Paris, 1573, page 154.

C'est Wallis, je crois, qui, voulant n'exprimer que le titre même d'Archimède (Ψαμμίτης), l'a traduit par *Arenarius,* d'où l'on a fait ensuite *Arénaire;* expressions sans signification propre, et qui ne peuvent indiquer l'objet du livre, d'autant plus que le mot *Arenarius* était employé anciennement dans un sens différent, impliquant l'idée du calcul soit avec les jetons, ψῆφοι, *calculi,* soit *sur le sable,* c'est-à-dire sur la *table couverte de poudre,* dont se servaient les Anciens. C'est dans ce sens que Tertullien désigne par *primus numerorum arenarius* celui qui enseignait les premiers éléments du calcul aux enfants. (V. *De Pallio liber;* t. I, p. 47 de l'édition de Lacerda, Paris 1624, in-folio.)

Wallis, en donnant au livre d'Archimède le titre *Arenarius,* se servait dans son com-

» Je trouve que c'est aussi sous ce point de vue que l'antiquité l'a apprécié.

» On lit dans *Silius Italicus* (liv. XIV, vers 350) :

> Non illum mundi numerasse capacis arenas
> Vana fides.

» Ce passage, que l'on ne paraît pas avoir suffisamment remarqué, s'applique évidemment au livre *De numero arenæ*, et en indique parfaitement l'objet.

» On connaît ces vers par lesquels commence l'ode d'Horace à Archytas :

> Te maris ac terræ numeroque carentis arenæ
> Mensorem cohibent, Archyta......

» Faut-il les considérer comme un document historique qui prouverait qu'Archytas avait fait, près d'un siècle avant Archimède, ce même calcul des grains de sable ? ou bien faut-il n'y voir, de la part du poète, qu'une expression propre à caractériser le grand géomètre, expression (*mensor arenæ*) dont il aura pu se servir d'autant plus volontiers, qu'elle formait une sorte d'antithèse avec la prière d'Archytas, philosophe pythagoricien demandant *un peu de sable* (1)?

» Cette dernière interprétation me paraît la plus problable, parce qu'elle s'accorde avec les paroles bien précises d'Archimède et avec le passage de Silius Italicus.

» Quoi qu'il en soit, le but que s'est proposé Archimède en écrivant l'*Arénaire* est bien tel que je l'ai annoncé, et non pas de simplifier la numération grecque, comme on l'a cru. On ne peut pas même dire que le calcul des grains de sable était pour Archimède un prétexte pour avoir à enseigner la manière

---

mentaire de l'expression *De numero arenæ* : « Hunc Archimedis *De numero Arenæ*, » libellum recensere visum est... Hoc ipso, *De Arenæ numero*, tractatu. » (*Opera math.*, t. III, p. 537.)

Mais ensuite on n'a plus employé que les mots *Arenarius*, *Arénaire*, qui ont pu contribuer à faire perdre de vue l'objet du livre.

(1) Ces vers d'Horace sont cités par Heilbronner (*Historia Matheseos*, p. 142), mais sans commentaire. Delambre s'est borné aussi à en faire mention dans sa Notice sur Archytas (*Biographie universelle*). Montucla, qui les rapporte, dit seulement qu'Horace paraît avoir eu en vue les connaissances d'Archytas en géométrie et en astronomie. (*Hist. des Math.*, t. I, p. 144.) M. Lacroix avait bien voulu me signaler ce passage d'Horace comme offrant un point d'histoire mathématique qui méritait examen.

d'exprimer les grands nombres, puisqu'il avait traité antérieurement cette question de numération dans un ouvrage spécial (qu'il appelle plus loin le *Livre des Principes*), d'où il extrait le procédé par lequel il exprime le nombre des grains de sable.

» Quant à cette question, de calculer le nombre des grains de sable, bien qu'elle s'appliquât à une opinion vulgaire qu'il importait peu à la science de rectifier, néanmoins elle avait une haute portée scientifique, car elle touchait au système du monde, sur lequel elle donnait des notions plus exactes, et sa solution exigeait des considérations géométriques et des observations astronomiques délicates tendant à déterminer le diamètre du Soleil.

» Aussi Archimède est-il cité avec éloge pour cet ouvrage dans l'histoire de l'Astronomie (1), où, du reste, il tient sa place à d'autres titres encore (2).

Analyse de la partie arithmétique du livre De numero arenæ.

» Les considérations arithmétiques dont Archimède fait usage sont empruntées d'un autre de ses ouvrages qu'il appelle le *Livre des Principes*, et qu'il cite plusieurs fois. Malheureusement ce livre ne nous est pas parvenu. Les procédés arithmétiques qu'Archimède en a extraits, pour s'en servir dans le livre *De numero arenæ, où ils ne se trouvent qu'incidemment*, n'ont pas pour objet de simplifier la numération grecque dans les limites de ses usages vulgaires, ni même de la modifier, comme on l'a cru. Au contraire, Archimède conserve cette numération intégralement, avec d'autant plus de raison qu'il écrit pour détruire une opinion vulgaire.

» Ce qu'il emprunte au *Livre des Principes*, c'est simplement une *addition* à la *nomenclature* du système grec; c'est un moyen particulier de *dénommer* les grands nombres.

» Archimède s'exprime encore à ce sujet avec une précision qui semble ne pas permettre le doute. Après avoir conclu de son observation du diamètre du Soleil, le diamètre de la sphère du monde, et avoir fait une hy-

---

(1) Voir Bailly, *Histoire de l'Astronomie moderne*, t. I, p. 20, 44. — Montucla, *Histoire des Mathématiques*, t. I, p. 227, 228. — Lalande, *Astronomie*, t. I, p. 44. — Delambre, *Histoire de l'Astronomie moderne*, t. I, p. 101, 102.

(2) Je ne sais si l'on a remarqué que Ibn Jounis, le célèbre astronome arabe, cite plusieurs fois, dans sa *Table Hakémite*, Archimède, avec Hipparque et Ptolémée, comme ayant laissé des observations astronomiques.

pothèse sur le nombre des grains de sable que contiendrait le volume d'une graine de pavot, il ajoute : « Il est nécessaire à présent d'exposer la *nomen-*
» *clature* des nombres; si je n'en disais rien dans ce livre, je craindrais
» que ceux qui n'auraient pas lu celui que j'ai adressé à Zeuxippe ne tom-
» bassent dans l'erreur.....

» On a donné des noms aux nombres jusqu'à une myriade; et au
» delà on répète une myriade jusqu'à une myriade de myriades. »

» Ces noms de nombres dont parle Archimède étaient *unité, dixaine, centaine, mille* et *myriade.* Au delà on considérait la myriade comme une nouvelle unité, et l'on disait *dixaine de myriades, centaine de myriades, mille myriades* et *myriade de myriades.* Ces dénominations étaient généralement suffisantes; mais s'il fallait aller au delà, on prenait la *myriade de myriades* pour une nouvelle unité qu'on répétait jusqu'aux *myriades de myriades de myriades,* et ainsi de suite (1).

» Voilà quelle était la nomenclature numérique au temps d'Archimède. Cette nomenclature, il la conserve, il s'en sert, mais seulement dans les limites de l'usage vulgaire, c'est-à-dire jusqu'à une *myriade de myriades;* et pour exprimer de plus grands nombres, tels que ceux qui se présentent dans la question qu'il a à traiter, il imagine de nouvelles unités plus grandes que les *myriades, myriades de myriades,* etc.

» C'est là la véritable innovation arithmétique due à Archimède.

» Pour bien fixer les idées sur ce point et préciser la conception d'Archimède, considérons la progression décuple

$$10^0,\ 10^1,\ 10^2,\ 10^3,\ 10^4,\ 10^5,\ 10^6 \ldots\ldots$$

c'est-à-dire :

Unités, dixaines, centaines, mille, dixaines de mille, centaines de mille, mille-mille, etc.

---

(1) Archimède se sert plusieurs fois des expressions *myriade de myriades, myriade de myriades de myriades.* Apollonius, comme on le voit dans le second livre des Collections mathématiques de Pappus, avait abrégé cette nomenclature en évitant la répétition du mot *myriade,* au moyen des expressions *myriade double, myriade triple,* etc. Il désignait ces nombres par μμ, μμμ, etc. On trouve aussi cette notation dans Diophante. (Voir livre III, proposition 22.)

On se sert du mot *myriade* pour exprimer, au figuré, un nombre immense, une multitude innombrable. L'emploi de cette locution dans le langage moderne me paraît provenir de la répétition même de ce mot dans l'ancienne numération grecque.

» La nomenclature grecque reposait sur la division de cette série en tranches de quatre termes. Ainsi les quatre premières tranches appartenaient aux *unités*, les quatre suivantes aux *myriades*, les quatre ensuite aux *myriades de myriades;* et ainsi des suivantes.

» Archimède a imaginé des tranches de huit termes, qu'il a appelées *octades;* et il a dénommé de la manière suivante les nombres exprimés par ces octades. Il a appelé *nombres premiers*, les nombres de la première octade; *nombres seconds*, ceux de la seconde octade; *nombres troisièmes*, ceux de la troisième octade, et ainsi des autres, en conservant aux tranches de chaque octade les dénominations usitées, savoir, *unités*, *dixaines*, *centaines*, etc.

» Archimède dit qu'on poussera l'usage de ces octades jusqu'à celle du rang *myrio-myrionième*, ce qui fera une myriade de myriades (cent millions) d'octades ou tranches de huit chiffres (1); et que, quoique ces dénominations soient suffisantes pour l'énonciation de tous les nombres connus, on peut aller au delà. Pour cela, dit-il, on appellera *première période* cette série d'une myriade de myriades d'octades, et le dernier nombre de cette période, c'est-à-dire une myriade de myriades de nombres du rang myrio-myrionième, s'appellera unité des nombres premiers de la *seconde période*. On continuera ainsi la nomenclature des nombres de la seconde période, jusqu'à une myriade de myriades des nombres *myrio-myrionièmes*, laquelle myriade de myriades formera une unité des nombres premiers de la *troisième période;* et ainsi de suite, jusqu'à la myriade de myriades des nombres myrio-myrionièmes de la période myrio-myrionième.

» Telles sont les dénominations proposées par Archimède. Elles produisent des nombres énormes. Car, par exemple, l'unité des *nombres premiers* de la deuxième période est 10^8 ($=$ 1,0000,0000) élevé à la puissance myrio-myrionième, c'est-à-dire $10^{8,0000,0000}$; c'est donc l'unité suivie de 8,0000,0000 (*huit cent millions*) de zéros.

» Plusieurs commentateurs, et Peyrard notamment, n'ont pas compris le passage qui se rapporte aux périodes de cent millions d'octades, et en ont tout à fait changé le sens (2). Delambre l'a passé sous silence dans son Mé-

---

(1) Sic semper procedentes numeri nomina sortiantur usque ad myrio-myresimorum numerorum myriadem myriadum (Wallis; *Opera*, t. III, p. 521.)

(2) Ils n'ont pas compris l'expression *myrio-myresimorum*, μυριακισμυριοστῶν. Par exemple, la phrase citée dans la note précédente se trouve ainsi traduite par Peyrard : « Con-

moire sur l'arithmétique des Grecs, et n'a donné ainsi qu'une idée incomplète du livre d'Archimède. Wallis paraît être le seul qui ait compris le véritable sens de ce passage, l'un des plus intéressants de l'ouvrage.

» Après avoir exposé les dénominations qu'il emprunte du livre des Principes pour exprimer les grands nombres, Archimède considère la progression écrite ci-dessus, dont la raison est 10 et qui a pour premier terme l'unité; il dit que les huit premiers termes de cette série renferment les nombres qu'il appelle *nombres premiers;* que les huit termes suivants, formant une seconde octade, sont les *nombres seconds,* et ainsi de suite. Puis il ajoute, et c'est là un autre point remarquable de son livre, que si l'on multiplie deux termes de la progression, le produit sera un autre terme de cette même série, dont le rang après l'unité (premier terme de la série) sera marqué par la somme des rangs de ces deux termes après le premier. Cette règle sert à Archimède pour déterminer immédiatement le produit de deux termes de la série sans effectuer la multiplication.

» Ces considérations qui forment toute la partie arithmétique du livre *De numero arenæ,* étant admises, Archimède passe au calcul des grains de sable, *véritable et seul but qu'il s'est proposé.* Il prend pour les nombres qui lui servent de base, des nombres ronds qui sont des termes de sa progression, ou des multiples simples de ces termes; et comme il n'a que des multiplications à effectuer, lesquelles se font sans aucun calcul, au moyen de la propriété démontrée de cette progression, il s'ensuit qu'il arrive, sans avoir eu besoin d'effectuer aucun calcul, à ce résultat, que *le nombre des grains de sable que contiendrait la sphère du monde est plus petit que le huitième terme de la huitième octade;* c'est-à-dire que mille myriades des *nombres huitièmes;* ce qui est la conclusion de son livre.

» Voilà l'usage qu'Archimède a fait de sa manière d'exprimer les grands nombres; mais, ce qu'on néglige ordinairement de remarquer, et ce qui a ici de l'importance, c'est qu'il dénomme les nombres d'une autre manière, savoir, *par le rang qu'ils tiennent dans la série des unités décuples.* Ce mode de dénomination est employé dans tout le cours de son ouvrage. Par exemple, il dit que le nombre des grains de sable cherché est plus petit que le *soi-*

» tinuons de donner des noms aux nombres suivants, jusqu'aux myriades de myriades » de nombres composés de myriades de myriades des nombres troisièmes. » Cette traduction ne se rapporte nullement au texte. Ensuite, dans le tableau joint à ses commentaires, Peyrard fait la première période de *huit* octades seulement, au lieu de *cent millions* d'octades.

xante-quatrième terme de la progression. Nous dirions aujourd'hui que ce nombre est plus petit que l'unité suivie de soixante-trois zéros. Il est bien évident que ces deux locutions sont identiques.

» D'après cette analyse du livre d'Archimède, on voit que les seules notions arithmétiques dont il a fait usage pour résoudre sa question du nombre des grains de sable, sont :

» 1°. Les propriétés de la progression géométrique 1, 10, 100, 1000, 10000, etc., concernant la multiplication des termes de cette série;

» Et 2°. Trois manières de dénommer les nombres dans la numération grecque;

» La première par leur rang individuel dans cette progression;

» La seconde par tranches de quatre termes appelées *myriades, myriades de myriades, myriades de myriades de myriades,* etc.;

» Enfin la troisième, par *octades* ou tranches de huit termes, appelées *nombres premiers, nombres seconds,* etc., et par *périodes,* ou tranches de cent millions d'octades.

» On avait négligé, généralement, jusqu'ici, de remarquer dans cet ouvrage d'Archimède, sa manière de dénommer les nombres par leur rang dans la progression décuple, et aussi la manière de les dénommer par tranches de quatre chiffres et par la répétition du mot *myriade* (1), et l'on n'avait pas toujours bien compris la valeur des *périodes,* et l'immense extension qu'elles donnent au système d'Archimède.

Comparaison entre le livre d'Archimède et le système de l'Abacus.

» Maintenant que nous sommes bien fixés, et sur l'objet véritable du livre d'Archimède, et sur la question de numération qui s'y trouve *incidemment,* on reconnaîtra, sans aucun doute, que l'auteur n'a eu absolument rien à emprunter du système de l'Abacus, et conséquemment qu'on ne peut pas dire qu'il n'a pas connu ce système.

» En effet, Archimède n'a eu à se livrer à aucuns détails de calculs; ce n'est donc pas sous ce rapport qu'il eût pu se servir du système de l'Abacus; il n'a eu qu'à *dénommer* des grands nombres; et pour cela il a

---

(1) Delambre, n'ayant pas aperçu cette dénomination par *myriades,* dans l'Arénaire, et n'y ayant remarqué que les *octades,* l'a attribuée à Apollonius, et l'a considérée comme un perfectionnement et un acheminement vers notre arithmétique actuelle. Il semble que le savant auteur a méconnu le véritable mérite des grandes unités imaginées par Archimède.

substitué aux tétrades ou tranches de quatre chiffres, qui exigeaient la répétition du mot *myriade*, des octades ou tranches de huit chiffres qu'il a appelées *nombres premiers*, *nombres seconds*, etc.

» Or dans le système de l'Abacus, la nomenclature procédait par tranches de trois chiffres seulement, et consistait dans la répétition indéfinie du mot *mille*; c'est-à-dire que ces tranches s'appelaient *unités*, *mille*, *mille-mille*, *mille-mille-mille*, etc. (1), de sorte qu'Archimède eût dit, dans ce système, que le nombre des grains de sable était inférieur à *mille-mille-mille-mille-mille*, etc., le mot *mille* étant répété *vingt-et-une fois*.

» Assurément ces dénominations procédant par tranches de trois chiffres étaient moins propres encore que les myriades du système grec, pour exprimer de très-grands nombres, et conséquemment Archimède ne pouvait les adopter, puisqu'il voulait, avec raison, procéder par de plus grandes unités.

» Ainsi, dans son livre *De numero arenæ*, Archimède n'avait à faire aucun usage du système de l'Abacus. En effet, pour les calculs, il n'en avait aucun à exécuter; et quant à la dénomination des nombres, la nomenclature usitée dans le système de l'Abacus eût été insuffisante. Et aujourd'hui même, si nous avions à dénommer ces nombres énormes qui procèdent par périodes de *huit cent millions de chiffres*, aurions-nous autre chose à faire que d'emprunter le procédé d'Archimède? à moins que nous ne nous contentions de les désigner par leur rang dans la progression décuple en disant, par exemple, que l'unité des nombres premiers de la seconde période est l'unité suivie de *huit cent millions de zéros*, ou de les exprimer par nos *exposants*, en disant que le nombre est $10^{8,0000,0000}$. Mais nous n'avons point d'expressions spéciales pour dénommer ces grands nombres dans notre langage arithmétique. Eh bien, Archimède a dénommé les nombres

---

(1) Cette nomenclature, fondée sur la répétition indéfinie du mot *mille*, a été la seule en usage dans tous les traités de l'Abacus composés aux xe et xie siècles, et dans les nombreux traités d'*algorisme* (arithmétique avec le zéro) composés dans tout le cours du moyen-âge depuis le xiie siècle, et continués jusqu'au xviie, époque où l'on a commencé à introduire les termes millions, billions, trillions, etc., à la place des expressions *mille-mille*, *mille-mille-mille*, etc.

Ainsi nos tranches de trois chiffres dérivent du système de l'Abacus.

A la Renaissance, quelques auteurs avaient cherché à éviter la répétition du mot *mille* en dénommant les nombres par tranches de six chiffres, auxquelles ils donnaient des noms particuliers.

par le rang qu'ils tiennent dans la série des unités décuples, et a imaginé, en outre, des dénominations spéciales tenant lieu de nos exposants.

» Voilà sa véritable conception arithmétique.

» On peut en induire, si l'on veut, qu'il ne connaissait pas la notation des exposants, qui, en effet, n'appartient qu'aux Modernes; mais comment y voir qu'il ne connaissait pas le système de l'Abacus?

» Archimède a pu faire mention de ce système dans son livre des *Principes*, qui paraît avoir eu pour objet les *principes* ou *éléments* des sciences mathématiques; mais assurément il n'avait pas à en parler dans l'Arénaire; et je n'ai pas besoin, je pense, d'invoquer à l'appui de mon opinion ce caractère général que présentent tous les ouvrages du géomètre de Syracuse, de ne jamais contenir que ce qui est nécessaire pour ses démonstrations et son but actuel.

Conclusion.

» Je crois avoir démontré, par les considérations qui précèdent :

» 1°. Que c'est une erreur de penser que le livre *De numero arenæ* n'a d'autre but que de simplifier la numération des Grecs, parce que, en réalité, il a un but spécial tout différent;

» 2°. Qu'il n'y a pas lieu de dire que si Archimède avait connu le système de l'Abacus, il n'aurait pas composé son livre, ou qu'il l'aurait fait différemment;

» 3°. Et enfin, ce qui me paraît plus concluant encore, qu'aucune des considérations arithmétiques qui se trouvent dans cet ouvrage n'autorise à penser qu'Archimède n'a pas connu le système de l'Abacus.

» J'avais déjà émis cette proposition dans mon *Aperçu historique*, en cherchant à démontrer, par avance, que les objections qu'on voudrait tirer du livre d'Archimède contre mon explication du passage de Boèce, seraient sans fondement (1). Elle indiquait le point où devait se porter une critique rationnelle; car quel qu'ait été l'objet du livre de l'Arénaire, pour en induire qu'Archimède n'a pas eu connaissance du système de l'Abacus, il faut préciser *quel parti il eût tiré de ce système; — dans quels passages de son livre il en eût fait usage; — quels avantages, quelles simplifications*

(1) « Ces considérations n'étaient pas au-dessus du génie d'Archimède, mais rien, » ce me semble, ne doit nous autoriser à dire qu'il n'a pas pu en puiser le principe dans » la connaissance du système de l'Abacus; ou bien que, *s'il avait connu ce système, il eût* » *fait autrement dans son Arénaire.* » (*Aperçu historique*, p. 476 et 558.)

en seraient résultés. Il faut, en quelque sorte, refaire le livre *De numero arenæ*, en s'y servant du système de l'Abacus, et faire mieux qu'Archimède, bien entendu. C'est une tâche où le succès ferait honneur à un géomètre; mais aucun ne l'entreprendra après avoir lu l'ouvrage d'Archimède. »

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie de la seconde édition de ses *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés*.

« L'ensemble des faits que j'ai réunis dans cette seconde édition peut être, dit-il, divisé en trois parties.

» La première est la reproduction des faits déjà rassemblés dans ma première édition. Ces faits ont prouvé que la masse cérébrale se compose de quatre organes essentiellement distincts : les *lobes* ou *hémisphères cérébraux*, siége exclusif de l'intelligence; le *cervelet*, siége du principe qui coordonne les mouvements de locomotion; la *moelle allongée*, siége du principe primordial du mécanisme respiratoire; et les *tubercules bijumeaux* ou *quadrijumeaux*, siége du principe des mouvements de l'iris et de l'action de la rétine.

» Dans la seconde partie se trouvent les faits que j'ai publiés depuis ma première édition, et qui, pour la plupart, ont été imprimés dans les *Mémoires de l'Académie*. Ces faits ont eu successivement pour objet la détermination du mécanisme selon lequel agissent les *épanchements cérébraux;* la détermination du mécanisme selon lequel se forment les *exubérances cérébrales;* la détermination du rôle particulier, et si singulier, des *canaux semi-circulaires*, etc., etc.

» La troisième partie ne se compose que de faits entièrement nouveaux.

» J'examine d'abord à quoi tient le privilége singulier qu'ont certains reptiles de *survivre* à la décapitation, et je trouve la raison de ce privilége dans la position du *point* de la moelle allongée en lequel réside le principe du mécanisme respiratoire. Ce *point* qui, dans les animaux à sang chaud, est placé assez avant dans l'intérieur du crâne, est placé tout à fait à l'arrière du crâne et presque hors du crâne dans les reptiles.

» Je cherche ensuite la cause physique du *mouvement du cerveau*, et je la trouve dans le reflux du sang veineux; non du sang veineux contenu dans les veines jugulaires et vertébrales, comme on l'a dit jusqu'ici, mais du sang veineux contenu dans les sinus vertébraux.

» M'occupant, dans un chapitre particulier, des *conditions fondamentales de l'audition*, je sépare le *nerf du limaçon* du *nerf des canaux semi-circulaires*, et les fonctions du *limaçon* des fonctions de ces *canaux :* le *limaçon*, ou plutôt le *nerf du limaçon*, est le vrai siége du sens de l'ouïe; les *canaux semi-circulaires*, ou plutôt les *nerfs de ces canaux*, sont le siége d'un ordre nouveau de forces, des forces qui *agissent* sur la direction des mouvements.

» Je cherche enfin et surtout, à rattacher les effets des *canaux semi-circulaires* à l'action de l'encéphale, et je les y rattache par les nerfs mêmes de ces *canaux*.

» Le *nerf des canaux semi-circulaires*, confondu jusqu'ici avec le *nerf du limaçon*, en est très-distinct :

» Il forme une paire nouvelle, une paire de plus à joindre aux autres paires de *nerfs crâniens* ou *encéphaliques ;*

» Il est doué de la propriété singulière d'agir sur la direction des mouvements;

» Et cette propriété, il la tire des *fibres de l'encéphale*, desquelles il naît;

» Ces fibres de l'encéphale, desquelles il naît, ont en effet cette même propriété d'agir sur la direction des mouvements.

» Il y a donc dans ces fibres de l'encéphale, il y a dans les nerfs des canaux semi-circulaires qui en naissent, un ordre nouveau de forces. J'appelle ces forces nouvelles *forces modératrices* des mouvements.

» Le dernier chapitre de mon ouvrage a pour objet l'examen de la *méthode expérimentale* que j'ai employée dans mes recherches. »

RAPPORTS.

MINÉRALOGIE ET MÉTALLURGIE.—Rapport sur deux Mémoires de M. **Domeyko** ayant pour titre : 1° *Notice sur les minerais d'argent du Chili et les procédés qui sont employés pour leur traitement ;* 2° *Sur les mines d'amalgame natif d'argent d'Arqueros au Chili. Description d'une nouvelle espèce minéralogique et du traitement par la méthode américaine.*

(Commissaires, MM. Berthier, Élie de Beaumont, Dufrénoy rapporteur.)

« M. Domeyko, ancien élève de l'école des Mines, professeur au collége de Coquimbo, a déjà présenté à l'Académie un Mémoire sur les mines de cui-

vre du Chili; aujourd'hui il complète ses recherches sur la province de Coquimbo en nous faisant connaître la position géologique des mines d'argent, leur nature, leur richesse, ainsi que les différentes méthodes de traitement auxquelles on les soumet. Ce travail comprend en outre la description d'un amalgame natif d'argent, différent par sa composition du mercure argental, et formant une nouvelle espèce minérale, d'autant plus intéressante qu'elle constitue la base principale des exploitations si productives d'Arqueros. Pour donner à l'Académie une idée complète des recherches de M. Domeyko, nous suivrons dans notre analyse la marche même de l'auteur.

» Les différentes mines du Chili occupent une zone étroite qui s'étend du nord au sud, parallèlement à la côte, sur une longueur de plus de 150 lieues, depuis les environs de Saint-Jago, jusqu'au delà de Copiapo; les plus riches existent principalement entre cette dernière ville et la vallée de Coquimbo. Cette bande étroite, relativement à sa longueur, dessine partout la pente des Andes; en effet on ne connaît que quelques filons d'or sans suite dans la chaîne même, et les exploitations ne commencent qu'à dix ou douze lieues de la côte, là où le terrain s'élève déjà à une certaine hauteur. Cette distribution des gîtes métallifères du Chili, remarquable sous le rapport géographique, l'est bien davantage sous le rapport géologique; elle marque presque exactement la séparation des terrains, et elle vient confirmer ce que toutes les observations faites en Europe nous ont appris, sur l'abondance des minéraux, le long de la ligne de jonction des différentes roches cristallisées ou au contact de ces roches et des formations de sédiment. La nature des minerais est en outre en rapport avec celle des roches.

» Le calcaire compacte appartenant aux formations crétacées fournit un horizon géognostique remarquable pour des différentes mines du Chili. Ce calcaire, qui se montre ordinairement vers la moitié de la hauteur des Cordillères, forme une bande parallèle à la côte. Les couches de ce calcaire, fort contournées en effet, présentent une double pente, plongent d'abord vers l'est en s'appuyant sur des masses de granite et de syénite de la partie basse du Chili, puis elles se redressent contre les granites de l'axe de la chaîne; cette bande calcaire, située à dix ou douze lieues de la côte, dessine la ligne d'affleurement des mines d'argent placées presque rigoureusement sur la lisière du calcaire et des roches granitiques. Ainsi, en partant de Coquimbo et en marchant vers le nord, on trouve successivement dans cette position, d'abord les mines d'argent d'Arqueros, celles de Tunas, de Agua Amarga et

de Carisa, dépendantes du district du haut Huasco, plus au nord les mines de Chanaveillo, de Ladrillos, enfin celles des environs de Copiapo.

» Cette ligne de plus de 100 lieues de long fait un partage presque exact entre les autres gisements métallifères de cette partie de l'Amérique méridionale. A l'ouest sont les mines de cuivre, à l'est celles de plomb, de sulfures et arséniures multiples, toutes argentifères, mais aucun gisement d'argent proprement dit.

» Ces deux dernières classes de mines sont encore soumises aux lois de contact des roches. Les minerais de cuivre enclavés dans le terrain cristallin de la côte forment une seconde bande parallèle à celle dessinée par les mines d'argent; elle est remarquable par l'abondance des diorites, et c'est constamment à la séparation de ces roches amphiboliques et même sous forme de calottes enveloppantes que se présentent les filons cuprifères.

» Les galènes et les différents minerais argentifères des Cordillères qui forment la bande de l'est s'élèvent dans la haute région; elles sont placées le long de la seconde ligne de contact du calcaire et des roches porphyriques: c'est dans cette position qu'existent les mines de Los Porotos, de Machetillo, de Cerro Blanco et presque toutes les mines de plomb des départements du haut Huasco et de Copiapo.

» Enfin les mines d'or n'échappent pas à cette symétrie de disposition, seulement ces derniers minerais, essentiels aux roches granitiques, constituent deux séries de gisements placés l'un à l'est, et l'autre à l'ouest des mines d'argent; ils forment également des bandes parallèles à la côte, et simulent de loin les salbandes des filons argentifères. Les mines d'or de l'ouest sont enclavées dans les granites de la côte, tandis que celles à l'est le sont dans les granites de l'axe des Cordilières. Ces filons, toujours fort irréguliers, sont accompagnés d'une gangue de quarz.

» Les mines d'argent d'Arqueros, qui font spécialement l'objet d'un des Mémoires de M. Domeyko, ont été découvertes en 1825 par un muletier qui allait faire du bois dans la montagne. Il trouva par hasard des blocs d'argent natif roulés: à la première nouvelle de cette découverte, des mineurs se transportèrent en foule à l'endroit indiqué et ramassèrent pour plus de 10 000 piastres de pierres roulées recueillies à la surface. Bientôt après on reconnut le gîte même, dont la richesse répondit aux premières espérances, et depuis cette époque jusqu'en 1840, il a donné annuellement 30 000 marcs d'argent environ (trois millions de francs). Ces mines sont exploitées sur deux filons qui courent du S.-E. au N.-O., et s'enfoncent presque verticalement avec un léger plongement au S.-O. L'allure de ces filons

est très-régulière, leur largeur seule n'est pas constante, elle varie entre $0^{m},65$ et $0^{m},95$. Souvent ces filons se ramifient en veines qui ne s'éloignent jamais beaucoup du filon principal et viennent toujours s'y réunir; quoique placés à la ligne de jonction des terrains calcaires et des roches porphyriques, les filons d'Arqueros sont situés cependant exclusivement dans une roche euritique composée d'une pâte compacte tantôt rougeâtre tantôt gris bleuâtre, dans laquelle on ne voit que quelques cristaux blanc rougeâtre et lamellaires qui ont tous les caractères de l'orthose. Près des mines, les cristaux disparaissent complétement, et la roche, qui devient alors bréchiforme, ressemble à du tuf. Du reste, toutes ces roches, soit euritiques, porphyriques, compactes, terreuses ou bréchiformes, font plus ou moins effervescence avec les acides et sont imprégnées de carbonate de chaux manganésifère. Un morceau retiré de la roche encaissante de la mine la plus riche d'Arqueros, mine *de las Mercedes*, a donné près de 20 pour 100 de carbonate de chaux, de fer et de manganèse. Le mélange de carbonate annonce évidemment la postériorité de la roche euritique et sa pénétration intime dans le calcaire, qui, du reste, est marquée, ainsi qu'on le verra quelques lignes plus bas, par l'alternance de masses de tufs et de couches de calcaire.

» Les mines d'Arqueros ne contiennent qu'un très-petit nombre d'espèces minérales; on remarque surtout dans la masse feldspathique qui en forme la base, l'absence du mica et du quarz, gangue habituelle des filons aurifères; l'amphibole, si répandue dans le système des Andes, et qui accompagne ordinairement les mines de cuivre, manque également. La baryte sulfatée est la seule substance abondante; elle constitue la gangue des minerais et forme une infinité de veines, de filons et de noyaux dans toute l'étendue de la montagne; c'est aussi la baryte sulfatée qui sert d'indice aux mineurs pour la recherche des minerais.

» Le terrain stratifié au contact duquel se trouvent les filons, se compose, dit M. Domeyko, « de bancs de conglomérats, de tufs et de brèches por-
» phyriques alternant avec des strates minces d'un schiste argilo-siliceux et
» d'assises d'un calcaire compacte. »

» Cette indication générale, sur la composition des terrains d'Arqueros n'offre aucun moyen d'établir de comparaison avec les terrains de l'Europe. Mais l'étude de quelques échantillons que M. Domeyko avait adressés à l'École des Mines il y a deux ans, réunis au petit nombre de roches envoyées à l'appui du travail dont nous rendons compte dans ce moment à l'Académie, nous permet d'assurer que les calcaires d'Arqueros appar-

tiennent à la partie inférieure des formations crétacées, et se rapprochent beaucoup de celle désignée sous le nom de *terrain néocomien.* En effet, au-dessus des conglomérats, dont nous ne possédons pas d'échantillons, se trouvent successivement :

» 1°. Un grès à grains fins siliceux, à ciment calcaire légèrement schisteux : ce grès est analogue, par son aspect et sa nature, à celui qui forme des couches nombreuses dans le terrain crétacé des Pyrénées.

» 2°. Des couches minces d'un calcaire cristallin et dolomitique sont superposées à ce grès ; la présence de beaucoup de grains de quarz dans ce calcaire nous paraît indiquer un passage insensible entre ces deux roches, qui, du reste, ne diffèrent entre elles que par la proportion des éléments ;

» 3°. On trouve au-dessus de ces couches de calcaire sableux et cristallin, un grès argilo-calcaire très-coquiller, sans que nous puissions indiquer s'il y a superposition immédiate ou s'il existe d'autres couches intermédiaires. Nous ne possédons pas d'échantillons proprement dits de cette couche, mais on peut juger de sa nature par l'examen de la roche formant les moules intérieurs des coquilles ;

» 4°. Enfin, plus haut dans la série, existe un calcaire compacte un peu argileux, remarquable par la présence d'un grand nombre de petites Hippurites si caractéristiques de la partie inférieure des formations crétacées du midi de la France. Ces Hippurites sont trop engagées dans le calcaire pour qu'on puisse déterminer d'une manière précise l'espèce à laquelle elles se rapportent ; mais l'échantillon envoyé par M. Domeyko ressemble, à s'y méprendre, à ceux que nous avons rapportés des terrains crayeux des Cévennes, des Pyrénées et de la Provence.

» Quant aux fossiles qui existent dans le grès marneux, ils sont jusqu'à présent exclusifs au continent américain : une espèce seule a été décrite par M. de Buch, c'est le *Pecten alatus ;* les autres appartiennent à des espèces nouvelles. M. Alcide d'Orbigny, qui a eu la complaisance d'examiner avec nous ces fossiles, en publiera incessamment la description. Nous donnons en note les noms qu'il leur a imposés (1) et les considérations géologiques qu'il en a déduites.

Note de M. d'Orbigny.

(1) Les fossiles recueillis par M. Ignacio Domeyko sont les suivants :
1°. *Nautilus Domeykus,* d'Orb. (espèce nouvelle) ;
2°. *Turritella Andii,* d'Orb. (*Pleurotomaria Humboldtii,* de Buch) ;
3°. *Ostrea hemisphæria,* d'Orb. (espèce nouvelle) ;
4°. *Pecten alatus,* de Buch ;

» Les fossiles envoyés par M. Domeyko ne sont pas exactement comparables à ceux des terrains crétacés de l'Europe; cependant ils affectent des formes particulières à ces formations, qui ne laissent aucun doute sur le rapprochement que nous venons d'établir. En effet, les Pectens, quoique nouveaux, sont analogues par leur forme inéquivalve au *Pecten quinque-costatus :* ces fossiles viennent donc à l'appui des Hippurites pour fixer l'âge du calcaire de Coquimbo.

» Déjà les détails communiqués par M. Gay sur les calcaires des Andes du Chili, avaient porté l'un de nous à les rapprocher du terrain néocomien (1).

» Les fossiles rapportés par ce naturaliste, et qui sont déposés au Muséum d'Histoire naturelle, appartiennent en effet, comme ceux de M. Domeyko, à la formation crayeuse : ces faits ne sont au reste qu'une confirmation de l'opinion émise déjà par M. de Buch sur le terrain calcaire du Chili. Cet illustre géologue, dans une description qu'il a donnée en 1839 des pétrifications recueillies en Amérique par MM. de Humboldt et Charles de Degenhardt, ajoute : « Les différentes parties de la formation de craie y pré» sentent un grand développement. »

» Les observations de M. Domeyko nous la montrent effectivement formant une bande continue de plus de 150 lieues de longueur, depuis Saint-Jago jusqu'au delà de la vallée de Copiapo.

5°. *Pecten Dufrenoyi*, d'Orb. (espèce nouvelle);
6°. *Hippurites* (espèce indéterminable);
7°. *Terebratula œnigma,* d'Orb. (espèce nouvelle, voisine de la *Terebratula concinna*);
8°. *Terebratula* (espèce voisine de la *Terebratula ornithocephale*).

Sous le rapport zoologique, les fossiles recueillis par M. Domeyko offrent le plus grand intérêt: presque tous sont nouveaux ; ils augmentent au moins d'un quinzième le nombre des espèces connues sur le sol de l'Amérique méridionale.

Sous le rapport de la distribution géographique des êtres fossiles, ils sont également fort importants, en ce qu'ils nous donnent pour la première fois, sur le sol de l'Amérique du Sud, deux séries zoologiques qu'on n'y avait pas encore signalées, les Hippurites et les Nautiles. Du reste, l'ensemble des objets envoyés par M. Domeyko est entièrement différent de celui des fossiles américains que nous avons déjà pu étudier.

La présence des Hippurites, exclusivement propre, en Europe, aux terrains crétacés, et la forme inéquivalve du *Pecten Dufrenoyi*, analogue à celle du *Pecten quinque-costatus,* nous permettent d'assurer que le terrain qui les contient appartient à la formation crétacée, sans toutefois que nous puissions fixer d'une manière précise la position qu'il occupe dans cette formation.

(1) *Voir* la Note de M. Élie de Beaumont insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* tome VI, page 918.

» Deux Térébratules voisines de la *Concinna* et de l'*Ornithocephala*, qui font partie de l'envoi de M. Domeyko, et désignées sous les numéros 7 et 8 de la note de M. d'Orbigny, sont les seuls fossiles qui ne sont pas habituels du terrain de craie; leur présence ferait même présumer qu'il existe du calcaire jurassique dans les Cordilières du Chili. Cette formation secondaire n'ayant pas encore été signalée dans l'Amérique méridionale, nous indiquons ce rapprochement sans l'affirmer d'une manière positive, afin d'attirer l'attention de M. Domeyko sur cette question d'un haut intérêt pour la géologie de cette contrée.

» Le groupe de mines d'Arqueros contient des arséniates, du cobalt argentifère, des sulfures multiples et cuivreux, de l'argent natif, enfin des chlorures et des amalgames natifs de ce métal. Ces différents minéraux n'y sont pas mélangés d'une manière indistincte; leur distribution mérite d'être signalée, quoiqu'on ne comprenne pas au premier abord les causes qui peuvent y avoir présidé.

« Les têtes des filons qui percent la partie stratifiée du terrain (surtout » au contact ou au voisinage des couches calcaires) produisent les chlo- » rures.

» Au chlorure s'associe ordinairement l'argent métallique, qui, de pré- » férence, naît dans les masses non stratifiées, immédiatement au-dessous » des premières.

» L'argent métallique est accompagné par le cobalt, le mercure et sur- » tout par l'arsenic.

» Au-dessous de ces substances, dans les parties inférieures des filons, » ou bien en allant de l'ouest à l'est, c'est-à-dire en s'approchant des Cor- » dilières, on trouve les arséniures et les sulfo-arséniures.

» Dans les localités où ces minerais manquent, on voit apparaître l'ar- » gent rouge antimonifère qui, du reste, est fort rare.

» Lorsque ces différentes espèces sont réunies dans un même filon, elles » sont constamment disposées dans cet ordre, jamais il n'est inversé, et » l'on ne connaît pas une seule exploitation dans laquelle l'argent natif soit » au-dessus des chlorures, ni les arséniures au-dessus de l'argent natif, ce » métal occupe toujours la partie centrale des filons. »

» Les différents minerais que nous venons de citer ne jouent qu'un rôle bien secondaire dans les mines d'argent d'Arqueros: la principale espèce, celle qui constitue presque exclusivement leur richesse, est un amalgame natif d'argent composé de six atomes d'argent et d'un atome de mercure, composition qu'aucun minéral analysé jusqu'à présent n'avait présentée.

Cette substance, dont la composition est constante, se trouve en dendrites et en petits cristaux octaèdres; son admission au nombre des espèces minérales ne laisse aucun doute, puisqu'elle est basée sur sa composition et ses caractères cristallographiques.

» Cet amalgame, d'un blanc d'argent comme le mercure argental de Moschel-Landsberg, en diffère entièrement par sa malléabilité; il s'étend sous le marteau et se laisse couper au couteau; du reste les proportions de mercure et d'argent qui sont de 86,5 d'argent et 13,5 de mercure pour le minerai d'Arqueros, et de 36 d'argent et de 64 de mercure pour celui de Moschel-Landsberg, établissent d'une manière distincte la différence entre ces deux espèces.

» Après avoir fait connaître les caractères minéralogiques de cette nouvelle substance, M. Domeyko décrit les procédés qu'il a suivis pour en déterminer la composition, ainsi que les différentes méthodes d'amalgamation employées au Chili pour le traitement des minerais d'argent, méthodes que nous ne connaissions qu'imparfaitement; les détails circonstanciés qu'il donne sur l'amalgamation pratiquée avec la machine de Cooper, pourraient surtout devenir utiles à l'industrie.

» M. Domeyko a joint à cette description un examen chimique de la plupart des minerais argentifères de la province de Coquimbo, ainsi que des produits minéralurgiques que l'on obtient dans leur traitement; cette étude, qui donne la clef des différentes opérations auxquelles on soumet ces minerais, pourra en outre servir de guide pour les changements à apporter aux méthodes d'amalgamation suivant la composition des minerais et leur richesse.

» Nous ne suivrons pas l'auteur dans cette partie importante de son travail, parce qu'un simple extrait n'en donnerait qu'une légère idée et ne présenterait aucun intérêt; nous dirons seulement qu'il a fait preuve d'un esprit d'observation remarquable, de connaissances étendues en chimie, et de beaucoup d'habileté dans les manipulations.

» Nous ajouterons que les procédés d'analyse par la voie humide ont toujours été insuffisants pour séparer complétement l'argent du mercure; c'est seulement au moyen d'un essai par la voie sèche, fait dans des conditions particulières, que M. Domeyko a pu obtenir les proportions exactes du minéral nouveau qu'il a fait connaître, et pour lequel nous proposons le nom d'*arquerite*.

» L'un de vos commissaires, M. Berthier, qui a vérifié une partie des analyses de M. Domeyko, a reconnu dans les minerais d'argent de Chana-

veillo, désignés sous les noms de *pacos* et de *collorados*, le *bromure d'argent*, qu'il a découvert dans les minerais du Pérou. La proportion de bromure est très-variable, elle est cependant au moins égale à celle du chlorure; ainsi cette espèce nouvelle joue un rôle important dans la richesse minérale du Chili et du Pérou.

» Il résulte des détails que nous venons de donner à l'Académie sur les Mémoires de M. Domeyko, que ce professeur nous a fait connaître avec exactitude la position des mines principales du Chili, la nature des minerais qui y existent, et les différentes opérations minéralurgiques auxquelles on les soumet pour en extraire l'argent.

» A cette description intéressante, qui fixe nos idées sur la constitution géologique du terrain métallifère du Chili, M. Domeyko a ajouté la détermination d'une nouvelle espèce minérale importante par le rôle qu'elle joue dans les mines d'argent du Chili, et par la place qu'elle occupera dans la classification orytochnostique.

» Nous pensons en conséquence que M. Domeyko mérite d'être encouragé dans son travail; aussi avons-nous l'honneur de proposer à l'Académie de lui adresser des remercîments, en l'engageant particulièrement à continuer ses recherches sur la constitution géologique du Chili.

» Nous proposerions même à l'Académie de voter l'insertion des deux Mémoires de M. Domeyko dans le *Recueil des Savants étrangers*, si nous n'avions l'assurance qu'ils seront incessamment imprimés dans les *Annales des Mines*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection d'un associé étranger qui remplira la place devenue vacante par suite du décès de M. *de Candolle*. Le nombre des votants est de 46; majorité 24.

Au premier tour de scrutin,

M. Œrsted obtient.........	37 suffrages.
M. Brewster..............	3
M. Jacobi................	2
M. Ehrenberg.............	1
M. Melloni...............	1
M. Tiedmann..............	1

Il y a un billet blanc.

M. Oersted ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé *associé étranger de l'Académie*. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Delvigne présente un travail très-considérable sur les ingénieuses *carabines* qui portent son nom, et sur une nouvelle forme qu'il vient de donner aux balles: cette forme est cylindro-conique. Les nouvelles expériences auxquelles la carabine et la nouvelle balle de M. Delvigne ont donné lieu, paraissent établir leur immense supériorité sur toutes les armes et tous les projectiles de cette nature qui avaient été essayés jusqu'ici.

Une Commission, composée de MM. Arago, Poncelet, Piobert et Séguier, est chargée de faire un Rapport sur le Mémoire de M. Delvigne.

L'Académie reçoit deux nouveaux Mémoires destinés à concourir pour le *prix extraordinaire concernant la vaccine*. Ces Mémoires sont inscrits sous les n°s 31 et 32.

L'Académie reçoit également un Mémoire destiné au concours pour les *prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon*, Mémoire inscrit sous le n° 14.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre rappelle qu'il a invité l'Académie à lui transmettre une copie du Rapport qui serait fait sur un travail de M. *Petit*, de Maurienne, concernant les « *habitations envisagées sous le double rapport de la salubrité publique et privée.* » Ce Rapport n'ayant pas encore été lu, et le retard pouvant dépendre de l'étendue du travail de M. Petit, M. le Ministre exprime le désir que la Commission se borne dans un premier rapport à envisager seulement la partie de la question sur laquelle le département de la guerre a le plus besoin de renseignements, c'est-à-dire celle qui est relative aux bâtiments militaires, tels que casernes, hôpitaux, prisons, écuries, etc.

Cette Lettre est renvoyée à la Commission précédemment nommée. Le Président l'invite à hâter son travail.

M. **Dumas** met à la disposition de la Commission les résultats des expériences entreprises dans son laboratoire sur la respiration et sur l'air vicié des lieux habités. M. Leblanc, qui s'est chargé de poursuivre tout ce qui concerne l'étude de l'air altéré par la respiration, se propose d'en communiquer les résultats à l'Académie aussitôt qu'elle pourra lui accorder la parole; mais dès à présent ses résultats numériques pourront être utilisés par la Commission.

CHIMIE APPLIQUÉE A LA MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelles analyses de l'air.*

« M. **Stas**, professeur à l'école militaire de Bruxelles, annonce que dans douze analyses de l'air faites par les procédés recommandés par l'Académie, il a obtenu, à douze époques différentes, des nombres compris entre

230,4 }
230,8 } d'oxygène en poids pour 1000,0 d'air.

» Mais deux fois, sans cause d'erreur appréciable, cette quantité s'est élevée à

231,1
231,4

» Ainsi, M. Stas a trouvé l'air composé à Bruxelles comme à Paris, à Genève et à Copenhague, et il a confirmé l'observation faite à Paris, de ces variations brusques qui paraissent de temps en temps et sans cause connue encore modifier la composition de l'air par zones. »

CHIMIE. — *Observations sur les poids atomiques du chlore, de l'argent et du potassium.* — Extrait d'une Lettre adressée de Genève à M. *Dumas*, par M. DE **Marignac**.

« J'ai cherché quelque temps à vérifier le poids atomique de l'azote, mais après quelques essais qui avaient mal réussi, je les ai interrompus et me suis occupé du chlore. J'ai d'abord voulu réduire le chlorure d'argent par l'hydrogène et doser l'acide chlorhydrique formé, mais je n'ai pas réussi. Il faut une température trop élevée; les tubes cassent pendant le refroidissement du chlorure fondu. D'ailleurs le principe de cette méthode est faux en ce qu'il fait calculer l'équivalent du chlore par celui de l'hydrogène qui est trente-six fois plus faible. Voici le procédé qui m'a réussi :

» Il consiste à décomposer le gaz chlorhydrique en le faisant passer sur de l'oxyde de cuivre, à une température voisine du rouge. La décomposition

est instantanée et complète; l'eau que je recueille est parfaitement pure, elle ne trouble pas l'azotate d'argent et n'exerce aucune action sur la teinture de tournesol. D'ailleurs il est très-facile de la recueillir sans en rien perdre, puisqu'il ne passe pas une seule bulle de gaz permanent pendant toute la durée de l'opération. Il est inutile de chauffer bien fortement l'oxyde de cuivre, la décomposition de l'acide chlorhydrique est toujours complète, et l'on voit la chloruration avancer peu à peu avec la plus grande régularité. J'arrête le courant d'acide chlorhydrique quand je vois le chlorure approcher de l'extrémité du tube; c'est alors seulement que j'élève la température jusqu'au rouge, pour bien détruire les dernières traces de cet acide, au cas où il pourrait s'en combiner avec le chlorure du cuivre. Ensuite je fais passer un courant d'azote sec dans le tube, pour entraîner toute la vapeur d'eau; quand l'appareil est refroidi complétement, je fais passer de l'air sec pour déplacer l'azote.

» J'ai préparé l'acide chlorhydrique avec du sel marin que j'ai purifié par cristallisation, et de l'acide sulfurique concentré par une longue ébullition.

» Je dessèche le gaz en lui faisant traverser neuf tubes en U, longs d'un mètre chacun; sept renferment de la ponce imbibée d'acide sulfurique, deux du chlorure de calcium en très-petits fragments; un dixième tube à ponce sulfurique, pesé au moment de commencer l'expérience et après qu'elle est terminée, me montre qu'il n'absorbe plus aucune humidité.

» Le tube de verre, dans lequel le gaz chlorhydrique est décomposé, est rempli de cuivre très-tassé; grillé dans le même tube par un courant d'air, il est pesé avant et après l'expérience, après y avoir fait le vide. L'extrémité de ce tube par laquelle l'eau sort est étirée en longue pointe, en sorte que, lorsque l'expérience est terminée, je sépare à la lampe la pointe du tube, afin d'éloigner toute erreur que pourrait causer une trace d'humidité qui serait adhérente au robinet et à sa garniture en caoutchouc. Ce robinet est pesé avec l'appareil dans lequel je recueille l'eau, puis je le dessèche avec soin et le pèse séparément.

» Pour absorber l'eau, je dispose un premier tube en U vide; l'eau se rassemble dans la courbure et y reste pendant toute l'opération, jusqu'au moment où je fais passer le courant d'azote; un deuxième tube en U avec ponce sulfurique est uni au premier et pesé avec lui; un troisième tube, également avec ponce sulfurique, est pesé séparément; il varie à peine de poids.

» Je n'ai pas besoin de vous dire que l'opération ne commence que lorsque l'air est entierement expulsé de l'appareil jusqu'au tube à oxyde de

cuivre. C'est très-long, mais il est impossible de commettre une erreur à cet égard, puisqu'il suffit d'attendre que le gaz s'absorbe complétement dans l'eau. J'ai observé à ce sujet un fait qui m'a assez étonné au commencement, tant qu'il reste de l'air dans l'appareil, le gaz chlorhydrique se dégage accompagné de chlore, en sorte qu'il décolore le tournesol. Lorsque l'air est entièrement chassé, le gaz peut être absorbé indéfiniment sans exercer aucune action sur cette teinture, une fois qu'il l'a rougie. Ainsi l'acide chlorhydrique est décomposé par l'oxygène de l'air en présence de l'acide sulfurique concentré, à la température ordinaire. C'est un phénomène bien remarquable.

» J'arrive maintenant aux résultats de trois expériences :

» 1°. Poids du chlore absorbé, diminué du poids de l'oxygène correspondant :

	I.	II.	III.
	23gr,201	38gr,269	50gr,631
» Poids de l'eau obtenue	7,448	12,290	16,246

» Mais il faut ajouter au poids de l'eau obtenue directement celui de l'air qu'elle déplace, car je ne fais pas le vide dans les tubes où elle se condense; avec cette correction on trouve :

Eau.	7gr,457	12gr,304	16gr,266

et par suite

Acide chlorhydrique analysé.	30,658	50,573	66,897

» En adoptant 112,50 pour l'équivalent de l'eau, on trouve pour celui du chlore

1re expérience.	450,02	Moyenne..... 450,013
2e expérience.	450,11	
3e expérience.	449,91	

» Ainsi je trouve exactement le nombre 450, et il me semble impossible que ce soit par hasard que trois expériences me donnent un résultat aussi constant. D'ailleurs il me semble qu'il y a bien peu de chances d'erreur dans ce procédé, et j'ai opéré sur des quantités assez considérables pour rendre insensibles les erreurs de pesées.

» Je remarque, 1° qu'en admettant ce nombre 450, et partant de la com-

position du chlorure d'argent déterminée par Berzélius, on trouve 1374,0 pour l'équivalent de ce métal : c'est bien près de 1375;

» 2°. En admettant ces deux poids (450 et 1375), on trouverait pour le potassium 498,5, ce qui est bien près de 500. »

M. **Dumas** fait remarquer qu'en prenant l'hydrogène pour unité, on aurait, d'après ces expériences :

Chlore.........	36,00104	ou bien 36
Argent.........	109,920	110
Potassium......	39,88	40

M. **Bisson** présente plusieurs *images photographiques* qui, après avoir été obtenues par les moyens ordinaires, ont été ensuite recouvertes, à l'aide des procédés galvanoplastiques, d'une mince couche d'or destinée à en assurer la conservation. Cette superposition qui ne nuit point à la netteté de l'image, aurait, suivant M. Bisson, l'avantage de la rendre moins miroitante.

Une autre image, présentée également par M. Bisson, a été obtenue sur une lame de cuivre non pas plaquée d'argent, comme celles que l'on emploie communément, mais simplement argentée au moyen des procédés galvanoplastiques.

M. **Arago** a rendu un compte verbal détaillé du second Recueil d'observations publié par les astronomes de l'Observatoire romain.

M. **de Ruolz** adresse un *paquet cacheté*.

L'Académie en accepte le dépôt.

A quatre heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission nommée dans la séance précédente présente la liste suivante de candidats pour la place d'académicien libre vacante par suite du décès de M. *Costaz :*

1°. M. Francœur;
2°. M. Pariset;
3°. M. Coraboeuf.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance. MM. les membres en seront prévenus par billets à domicile.

La Section de Minéralogie et Géologie présente la liste suivante de candidats pour une place de correspondant actuellement vacante :

Parmi les géologues :

MM.	d'Omalius d'Halloy,	à Namur;
	Murchison,	à Londres;
	de Charpentier,	à Bex;
	Sedgwick,	à Cambridge;
	de la Bèche,	à Londres;
	Greenough,	à Londres;
	Lyell,	à Londres.

Parmi les minéralogistes :

MM.	Andrea del Rio,	à Mexico;
	Karsten,	à Berlin;
	Naumann,	à Feyberg;
	Fournet,	à Lyon;
	Sefström,	à Fahlun.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 14, in-4°.

Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les Animaux vertébrés; par M. FLOURENS; Paris, 1842; in-8°.

Annales de la Société entomologique de France; 4e trimestre 1841; in-8°.

Recherches sur l'opération du Strabisme; par M. BOYER; 1842; in-8°.

Théorie géométrique des Engrenages; par M. TH. OLIVIER; in-4°.

L'Univers expliqué par la Révélation, ou Essai de Philosophie positive; par M. CHAUBARD; Paris, 1841; in-8°.

Nouvelle théorie de l'Univers, poëme didactique en douze chapitres; par M. J. AUBURTIN; Paris, 1842; in-4°.

Séance publique de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1841; in-8°.

Annales de la Société royale d'Agriculture de Paris; mars 1842; in-8°.

Mémorial. — Revue encyclopédique; février 1842; in-8°.

Note explicative de la distinction entre les Forces statiques et les Forces dynamiques; par M. PASSOT; ½ feuille in-4°.

Recherches d'Anatomie comparée sur le Chimpanzé; par M. VROLIK; Amsterdam, 1841; in-fol.

The Annals... *Annales d'Électricité, de Magnétisme et de Chimie;* vol. VIII, janvier et février 1842; in-8°.

The London... *Journal des Sciences et Magasin philosophique de Londres, Édimbourg et Dublin;* mars 1842; in-8°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* n° 51, in-8°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société électrique de Londres;* 1er avril 1842; in-8°.

On the... *Sur le poison Upas ou Ipoh, employé par quelques tribus indigènes de la Péninsule malaise; par* M. NEWBOLD. (Extrait des *Transactions philosophiques pour* 1837.) In-4°.

The Athenæum Journal; février 1842; n° 170; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 445; in-4°.

Nieuwe... *Nouveaux Mémoires de la première classe de l'Institut royal des Pays-Bas pour les Sciences, les Belles-Lettres et les Beaux-Arts;* 7e vol., parties 1 à 3; Amsterdam, 1837 et 1838; in-4°.

Programme de la première classe de l'Institut royal des Pays-Bas pour les Sciences, les Belles-Lettres et les Beaux-Arts, pour l'année 1837; ½ feuille in-4°.

Revista... *Revue de l'Espagne et de l'Étranger;* tome Ier, 31 mars 1842; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 15.

Gazette des Hôpitaux; n° 39—41, 42 et 43.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 249.

L'Écho du Monde savant; n° 719.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 14.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Dutrochet, à l'occasion de la présentation de la brochure intitulée *Nouvelles recherches sur les mouvements du camphre et de quelques autres corps placés à la surface de l'eau et du mercure,* par MM. Joly et Boisgiraud aîné, s'exprime ainsi :

« Dans l'*Avertissement* qui se trouve en tête du Mémoire imprimé que MM. Joly et Boisgiraud présentent aujourd'hui à l'Académie, ces auteurs prétendent que l'ouvrage que j'ai publié dernièrement contiendrait plusieurs de leurs idées empruntées par moi à leur Mémoire pendant qu'il était manuscrit et confié à l'Académie, à laquelle il a été présenté dans sa séance du 19 avril 1841. Ils publient aujourd'hui ce Mémoire afin, disent-ils, de revendiquer leurs droits et de réparer l'oubli que j'aurais fait d'indiquer la source où j'aurais puisé les idées dont ils réclament la propriété.

» MM. Joly et Boisgiraud n'ont point spécifié les emprunts qu'ils prétendent que je leur aurais faits, et je déclare qu'il m'est impossible de les deviner. Je leur demande donc de spécifier ces emprunts prétendus. L'accusation qu'ils dirigent contre moi dans cette circonstance, quoique revêtue de formes très-polies, n'en est pas moins grave. Académicien, j'aurais abusé d'un dépôt confié à l'Académie.

» MM. Joly et Boisgiraud ne peuvent se dispenser de s'expliquer catégoriquement à cet égard, et cela devant l'Académie des Sciences, puisque ce serait dans ses bureaux et par un de ses membres qu'aurait été commise l'action dont ils se plaignent, et qu'ils se contentent de qualifier poliment du nom d'*oubli d'indiquer la source où j'aurais puisé des idées*.

» Je dois prévenir qu'étant à la veille de m'absenter de Paris, je ne connaîtrai les explications de MM. Joly et Boisgiraud que par les *Comptes rendus* de nos séances : ma réponse, par conséquent, ne pourra parvenir à l'Académie que dans la séance qui aura lieu quinze jours après celle où les explications de MM. Joly et Boisgiraud lui seront parvenues. »

« M. **Flourens** ne croit pas que la phrase qui a blessé M. Dutrochet, dans l'écrit de MM. Joly et Boisgiraud, ait le sens que lui attribue M. Dutrochet. Il est convaincu que les deux auteurs, hommes d'un mérite distingué, n'ont voulu parler que des emprunts qui auraient pu être faits à ce qui a été imprimé de leur Mémoire dans les *Comptes rendus*. En cela, ils se sont trompés sans doute; mais c'est une simple erreur. M. Flourens connaît particulièrement l'un des deux auteurs, M. Joly; et il ajoute : M. Joly est trop honnête homme pour imputer une action blâmable à qui que ce soit, et surtout à un savant aussi vénérable que M. Dutrochet. »

M. **Dumas** prie son honorable confrère, M. Dutrochet, d'être bien convaincu que M. Boisgiraud, dont le caractère est aussi élevé que le talent, pas plus que M. Joly, n'a pu vouloir exprimer la pensée qui a excité sa susceptibilité, et qui résulte certainement de quelque vice de rédaction.

M. **Duvernoy** fait hommage à l'Académie du deuxième fascicule de ses « *Leçons d'Histoire naturelle professées au Collége de France.* » (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

M. **Mollevaut**, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, fait hommage d'un opuscule qu'il vient de publier et qui a pour titre : « *Pensées en vers* », troisième édition.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un académicien libre en remplacement de feu M. *Costaz*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Francœur obtient........	49 suffrages.
M. Pariset.................	3
M. Coraboeuf...............	2

Il y a un billet blanc.

M. **Francoeur**, ayant réuni la majorité des suffrages, est déclaré élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie et Géologie.

La lecture de la double liste de candidats insérée au dernier *Compte rendu*, donne lieu à une discussion à laquelle prennent part MM. Chevreul, Thenard, Al. Brongniart, Arago, Flourens et Gay-Lussac.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. d'Omalius d'Halloy obtient.	34 suffrages.
M. Fournet.................	4
M. de Charpentier..........	2
M. Murchison...............	1
M. Andrea del Rio..........	1

Il y a deux billets blancs.

M. **d'Omalius d'Halloy**, ayant réuni la majorité des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Réponse aux observations de* M. Le Verrier, *sur la théorie des perturbations d'Uranus; par* M. **Ch. Delaunay**.

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Le Verrier.)

« M. Le Verrier a adressé à l'Académie, dans sa séance du 28 mars, une Note dans laquelle il cherche à prouver que l'une des deux inégalités que j'avais annoncées précédemment n'existe pas réellement: je me propose de faire voir aujourd'hui que M. Le Verrier s'est trompé en attribuant à ces inégalités une cause tout autre que celle qui les produit.

» Voyons d'abord si l'auteur de la Note a raisonné juste, dans l'hypothèse où les inégalités en question auraient l'origine qu'il leur suppose, c'est-à-dire

dans l'hypothèse où elles seraient produites par des termes de $\delta e''$ et de $e''\delta\varpi''$, dépendant de l'angle $(3n''-n')t$, introduits dans le terme

$$2e''\sin(n''t+\varepsilon-\varpi'')$$

de la longitude de la planète. De deux choses l'une, ou bien ces termes de $\delta e''$ et de $e''\delta\varpi''$ sont déduits des termes de R, qui ne sont que du second ordre par rapport au excentricités; ou bien ils sont déduits des termes du quatrième ordre, ou d'un ordre supérieur. Mais, dans le premier cas, les inégalités qui en résultent pour la longitude ont été calculées dans la *Mécanique céleste*, et elles produisent presque en totalité celles de 44″,05 et 149″,81 (135″,96 et 462″,37 de la division centésimale), qui se trouvent dans cet ouvrage : il est impossible que M. Le Verrier ait confondu des inégalités de 5″,63 avec les précédentes. C'est donc au second cas qu'il a dû s'arrêter : mais alors, si l'une d'elles n'existait pas, l'autre au moins serait nouvelle, et n'aurait pas été, comme il le dit, employée dans la construction des tables.

» Quant à cette remarque, que M. Le Verrier qualifie de *vérification des plus importantes*, il aurait pu voir, par la Note dans laquelle je parle du calcul que j'ai fait des inégalités trouvées par M. Hansen (page 371 du *Compte rendu*), que je la connaissais parfaitement, puisque, après avoir trouvé les valeurs de $\delta e''$ et de $e''\delta\varpi''$, je n'en ai déduit qu'une seule inégalité pour la longitude. J'ajouterai, du reste, que cette remarque ne m'a jamais semblé de la moindre importance, comme moyen de vérification pour les calculs numériques; elle ne fait autre chose, en effet, que d'indiquer l'identité de nombres obtenus au moyen de formules qui sont également identiques.

» La longitude d'Uranus, en ne conservant que la première puissance de l'excentricité, a pour expression

$$v''=\rho''+\varepsilon''+2e''\sin(\rho''+\varepsilon''-\varpi'').$$

D'après la composition du dernier terme, il est visible que e'' et ϖ'' ne sont pas les seules quantités qui puissent y introduire des inégalités : en effet, si l'on tient compte dans ce terme des inégalités de ρ'' et ε'', et qu'on prenne dans $\delta\rho''+\delta\varepsilon''$ un terme de la forme $k\sin\theta$, il en résultera pour $\delta v''$ les deux termes suivants :

$$\delta v''=e''k\sin(\theta+\rho''+\varepsilon''-\varpi'')+e''k\sin(\theta-\rho''-\varepsilon''+\varpi'').$$

C'est ainsi que j'ai obtenu les inégalités que j'ai annoncées, en prenant pour $k \sin \theta$ l'inégalité de ρ'' qui résulte du petit diviseur $3n'' - n'$. Ces deux inégalités étant du troisième ordre, aucune d'elles ne se trouve dans la *Mécanique céleste,* au chapitre de la théorie d'Uranus; mais si l'on avait déterminé, par les méthodes mêmes de cet ouvrage, toutes les inégalités sensibles du troisième ordre, on les aurait obtenues, de même qu'on en a obtenu une foule d'autres, dues à la même cause. Pour en donner un exemple, il suffit de dire que, parmi les perturbations d'Uranus occasionnées par Jupiter, on trouve

$$\delta\rho'' = -212'',06 \sin(nt - n''t + \varepsilon - \varepsilon''),$$
$$\delta\varepsilon'' = +915'',09 \sin(nt - n''t + \varepsilon - \varepsilon''),$$

et par suite

$$\delta\rho'' + \delta\varepsilon'' = 703'',03 \sin(nt - n''t + \varepsilon - \varepsilon'');$$

en prenant $k \sin \theta$ égal à cette inégalité, on trouve, dans la valeur de $\delta v''$, les deux termes suivants:

$$\delta v'' = 32'',77 \sin(nt + \varepsilon - \varpi'') + 32'',77 \sin(nt - 2n''t + \varepsilon - 2\varepsilon'' + \varpi'').$$

Ces deux inégalités, en se réunissant avec d'autres de même forme, produites par des causes différentes, donnent celles indiquées dans la *Mécanique céleste,* et qui dépendent des mêmes angles.

» Il résulte donc de ce qui précède, que les inégalités que j'avais annoncées existent bien; qu'elles ne sont pas données, dans la *Mécanique céleste,* au chapitre de la théorie d'Uranus; et que, si l'on avait poussé plus loin les approximations, on les aurait trouvées. Ce sont ces raisons qui me les ont fait regarder comme nouvelles. J'ajouterai cependant que j'ai reconnu depuis que, si ces inégalités ne sont pas données explicitement dans la *Mécanique céleste,* elles y sont implicitement comprises, et ont été, comme telles, employées dans la construction des tables. Dans les théories de Jupiter et de Saturne, Laplace prescrit d'augmenter les moyens mouvements de leurs *grandes inégalités,* partout où ils se trouvent, dans les expressions des coordonnées de ces deux planètes, sans développer les sinus et cosinus dans lesquels ces grandes inégalités se trouvent ainsi introduites. L'inégalité du moyen mouvement d'Uranus, qui dépend du petit diviseur $3n'' - n'$, ayant reçu le nom de *grande inégalité,* quoique, d'après l'exemple cité plus haut, elle ne soit pas la plus grande de celles qui affectent

ce moyen mouvement, on l'a traitée comme les grandes inégalités de Jupiter et de Saturne; en sorte que, si l'on développait les formules qui ont été employées par M. Bouvard pour la construction de ses tables, on retrouverait les inégalités que j'avais annoncées comme nouvelles. Parmi les inégalités, non encore calculées, dont j'avais pu soupçonner l'existence, elles étaient les seules que je pusse déterminer de suite, sans aucune chance d'erreur, et c'est ce qui m'avait engagé à les faire connaître immédiatement. Quant aux autres, j'en ai déjà calculé quelques-unes; mais ce n'est que lorsque j'aurai complétement achevé mon travail que je pourrai les faire connaître avec une certitude suffisante. »

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur les phénomènes volcaniques de l'Auvergne; par* M. **Rozet**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Puissant, Ad. Brongniart, Dufrénoy.)

« Malgré le grand nombre d'ouvrages publiés sur l'Auvergne, et les savantes discussions auxquelles leur publication a donné lieu, les grandes lois dont dépendent les phénomènes volcaniques que présente cette contrée sont encore loin d'être parfaitement établies. Après avoir, l'été dernier, consacré six mois à leur étude, je demande à l'Académie la permission de lui soumettre une suite de faits qui me paraissent jeter quelque jour sur la question.

» Le sol percé par les divers produits volcaniques, se compose, en grande partie, de granite, passant çà et là au gneiss, qui forme deux chaînes parallèles dirigées N. S. de chaque côté du bassin de la Limagne, et un grand rameau courant, E.-E.-N., à O.-O.-S. qui borne la Limagne au sud et réunit les deux chaînes. Les bassins compris entre ces trois masses monstrueuses, sont occupés par un terrain d'eau douce, que des arkoses à ciment tantôt calcaire et tantôt siliceux unissent intimement au granite. Le terrain d'eau douce est recouvert par des dépôts de cailloux roulés de divers âges, avec travertins.

» Les deux chaînes dirigées N.-S., et sur le faîte desquelles il n'existe aucune trace de terrain tertiaire lacustre, appartiennent au système des îles de Corse et de Sardaigne dont le soulèvement a précédé le dépôt du second étage tertiaire, ainsi que M. Élie de Beaumont l'a établi par une longue série d'observations.

» Les trachytes, produits volcaniques les plus anciens, sont sortis, pendant une longue période de temps et par de nombreuses ouvertures, à tra

vers le granite et le terrain tertiaire, suivant une direction N. 20° E. sensiblement parallèle à celle des Alpes occidentales, et qui crée la première ligne de dislocation, celle du système de la Corse, à la hauteur du Puy-de-Dôme, sous un angle aigu.

» Les basaltes, qui ont traversé les mêmes terrains que les trachytes, et qui, de plus, ont coulé sur les cailloux roulés, sont sortis par une infinité de trous et de fentes encore très-visibles en un grand nombre d'endroits, suivant une ligne dirigée E.-E.-N., à O.-O.-S. dont l'axe du rameau granitique qui borne, au sud, la Limagne fait partie, et qui se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes, du soulèvement de laquelle M. de Beaumont avait déjà reconnu des traces en Auvergne dans la dislocation des dépôts tertiaires les plus récents (1). Cette ligne de soulèvement croise les deux premières à la hauteur du mont Dore.

» Les cratères modernes, dont les éruptions ont eu des paroxysmes très-variés, et qui se trouvent presque tous enfermés dans un cirque elliptique très-allongé formé par des escarpements granitiques dont le relief est souvent considérable, sont alignés N.-S. sur le dos du bombement produit par le premier soulèvement, et précisément dans la région où les trois grandes lignes de dislocation de la surface terrestre précitée viennent se croiser, là où cette surface opposait le moins de résistance à l'action des forces intérieures.

» On conçoit, d'après cela, que le globe a dû être fortement disloqué dans toute la région volcanique de l'Auvergne, et ce fait est entièrement confirmé par l'ensemble des observations géodésiques et astronomiques faites par les ingénieurs-géographes pour les travaux de la nouvelle carte de France, celles du pendule par MM. Biot et Mathieu, et celles du baromètre par M. Ramond. Ces dernières, combinées, donnent 45^m pour l'élévation du niveau de l'Océan à Clermont sur ce même niveau à Paris. Les arcs du parallèle au 45e degré et de la méridienne de Paris qui traversent la chaîne de l'Auvergne, offrent une courbure notablement plus forte qu'avant d'atteindre cette chaîne et après l'avoir dépassée; enfin, dans le second volume de la *Description géométrique de la France*, page 631, M. Puissant a prouvé que pour faire accorder les observations géodésiques et astronomiques à Omme, près de Clermont, sur un des rameaux de la chaîne volcanique, il faudrait supposer là au globe un aplatissement de $\frac{1}{88}$, c'est-à-dire un bombement con-

(1) *Recherches sur les révolutions de la surface du globe.*

sidérable. Ainsi donc le globe a non-seulement été fortement disloqué dans la région volcanique de l'Auvergne, mais encore la courbure de sa surface a été notablement augmentée; de là tous les phénomènes de soulèvements constatés depuis longtemps par MM. de Beaumont et Dufrénoy et que quelques géologues n'ont pas encore admis. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur la composition géologique des terrains qui renferment, en Sicile et en Calabre, le soufre, le succin, le lignite et le sel-gemme; accompagnées d'une Note sur l'exploitation et le fondage de la première de ces substances minérales; par* M. **Paillette.**

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

Ce Mémoire devant être prochainement l'objet d'un Rapport, nous nous bornons aujourd'hui à en annoncer la présentation.

GÉOLOGIE. — *Recherches géologiques et métallurgiques sur des minerais de fer hydroxydé, notamment du fer pisoolithique, et sur un gisement remarquable de deutoxyde de manganèse hydraté, observé à Meudon (Seine-et-Oise); par* M. **E. Robert.**

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Dans ce Mémoire, dit l'auteur, j'appelle particulièrement l'attention, 1° sur un minerai de fer pisoolithique, dont l'étude a été négligée jusqu'à présent dans le bassin tertiaire de Paris, où il est plus abondant qu'on ne pourrait le penser, et qui, après le lavage, donne 32 pour 100 d'une fonte très-belle; 2° sur des veines assez puissantes d'hydrate de deutoxyde de manganèse, ou d'une substance minérale voisine de la braunite terreuse, renfermant 41 pour 100 d'oxyde métallique rouge. Jai cru pouvoir rapporter au grand sol de transport ou *diluvium*, non-seulement l'origine de ces minerais, formant des nids ou amas allongés dans le même terrain, ainsi que dans les argiles à meulières supérieures, mais encore la présence du fer et du manganèse cobaltifère dont les oxydes colorent si fortement les sables et grès que ces dernières recouvrent. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau système de fermes en fer et fonte dont l'étendue, d'une portée à l'autre, peut dépasser* 100 *mètres, système destiné principalement pour les ponts et les combles d'une grande élévation et d'une grande ouverture; par* M. **Jomeau**, serrurier-mécanicien.

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

« Ce système de fermes, dont l'ensemble présente une figure sensiblement rectiligne, repose, dit l'auteur, par ses extrémités sur deux points d'appui, comme le ferait une simple poutre posée sur deux murs isolés, ne produisant ni poussée ni tirage. C'est l'application, sur la plus grande échelle possible, de l'emploi du fer et de la fonte comme support horizontal, au moyen des forces opposées de compression et de traction. Par suite des combinaisons adoptées, les pièces conservent l'élasticité naturelle au métal dont elles sont formées et subissent les changements de dimensions produits par les changements de température sans qu'il en résulte dans l'ensemble aucun dérangement, sans qu'il y ait aucune action latérale exercée contre les supports. »

M. **Marin** adresse une « *nouvelle Théorie des parallèles.* »

(Commissaires, MM. Lacroix, Sturm, Liouville.)

M. **Pancré** présente une Note « *sur les moyens de diminuer momentanément le tirant d'eau d'un bateau, quand il doit passer sur des bancs de sable.* »

Ce travail a été principalement entrepris dans le but de faciliter la navigation des bateaux à vapeur sur la Moselle.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. **Guillon** adresse une nouvelle Note « *sur le traitement des rétrécissements fibreux de l'urètre, au moyen d'incision et de mouchetures.* » L'auteur annonce avoir guéri récemment par ce moyen, dans l'espace de quelques jours, un individu qui souffrait depuis quinze ans de deux de ces rétrécissements, et demande à le soumettre à l'examen d'une Commission.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **S. Levesque** soumet au jugement de l'Académie une suite de *Tables pour servir au calcul du jour de Pâques,* depuis l'an 1700 jusqu'à l'an 2000,

tables qui, suivant l'auteur, donnent ce jour avec plus d'exactitude que le moyen communément employé des épactes et du nombre d'or.

(Commissaires, MM. Bouvard, Damoiseau.)

M. **Durand** transmet un supplément à une Note qu'il avait précédemment adressée, et qui a rapport à diverses questions de *physique générale*.

(Renvoi à la Commission déjà nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *OErsted* à la place d'associé étranger devenue vacante par la mort de M. *de Candolle*.

M. le **Ministre des Travaux publics** invite l'Académie à désigner trois de ses membres pour faire partie du jury chargé de l'examen des pièces de concours présentées par MM. les élèves ingénieurs des Ponts-et-Chaussées.

MM. Coriolis, Liouville, Duhamel, réunissent la majorité des suffrages.

MM. *Murchison* et *Sabine*, au nom de l'**Association britannique pour l'avancement des Sciences**, annoncent que la douzième réunion de l'Association aura lieu à Manchester, à partir du 23 juin prochain, et invitent MM. les membres de l'Académie qui seraient libres à cette époque, à assister à cette réunion.

PHYSIQUE. — *Expériences sur le degré d'ébullition de l'eau dans des vases de différente nature.* — Extrait d'une Lettre de M. F. **Marcet** à M. *Arago*.

« Ayant été occupé de recherches relatives à la cause des variations qu'on remarque dans la température d'ébullition de plusieurs liquides lorsqu'ils se trouvent renfermés dans des vases de nature différente, je crois être parvenu à établir par l'expérience les faits suivants :

» 1°. La température de l'ébullition de l'eau distillée, dans des ballons de verre, varie de 100°,20 à 102°, suivant différentes circonstances, et en particulier suivant la qualité du verre que l'on emploie. Dans tous les cas, la température de la vapeur provenant de l'eau distillée bouillante dans des vases de verre, reste sensiblement la même, et est constamment

inférieure de quelques centièmes de degré à la température de l'eau bouillante dans un vase de métal (1).

» 2°. Quelle que soit la nature du vase que l'on emploie, la température de la vapeur d'eau est constamment inférieure à celle du liquide bouillant qui la fournit. Lorsqu'on emploie des vases de verre, la différence est en moyenne de 1°,06. Si l'on se sert de vases métalliques, elle varie de 0°,15 à 0°,20. Il n'y a qu'une seule exception, celle où le vase, soit de verre, soit de métal, se trouve recouvert dans son intérieur d'une couche mince de soufre, de gomme laque, ou de toute autre substance semblable n'ayant aucune adhésion sensible pour l'eau. Dans ce cas seulement la température de la vapeur m'a paru identiquement la même que celle du liquide bouillant qui la fournit.

» 3°. La température de l'eau bouillante dans un vase de métal ne m'a pas paru, comme cela est généralement admis, être la plus basse possible pour une pression atmosphérique donnée. J'ai remarqué, en effet, que si l'on recouvre l'intérieur d'un vase de métal ou même d'un ballon de verre, d'une couche mince de soufre, de gomme laque, ou de toute autre substance ayant moins d'adhésion moléculaire pour l'eau que n'en a le métal, la température d'ébullition de l'eau contenue dans ce vase se trouve inférieure de 0°,20 à 0°,25, à ce qu'elle est dans le cas d'un vase de métal ordinaire.

» 4°. J'ai dit que dans les ballons de verre la température de l'eau bouillante variait entre les limites de 100°,25 et 102°. Cette assertion n'est parfaitement exacte que lorsqu'il s'agit de vases de verre sortant de la main du verrier, et qui, par conséquent, n'ont point encore servi. J'ai remarqué, en effet, que le séjour dans des ballons de verre, de certains liquides de nature à dissoudre les impuretés qui se trouvent presque constamment adhérentes à cette substance, peut-être même, dans certains cas, de nature à modifier, par leur action chimique, l'état moléculaire de la surface même

(1) Dans toutes ces expériences, j'ai fait usage de vases cylindriques longs et étroits, ou de ballons à cols allongés. La température de la vapeur était prise au moment de sa formation, et à moins d'un demi-pouce au-dessus de la surface du liquide. Les thermomètres dont je me suis servi ont été construits par M. Noblet, artiste habile de notre pays : ces thermomètres, quoique sensibles, donnaient cependant des degrés assez grands pour que je pusse apprécier au moyen d'une loupe les 0°,04. J'ai eu soin dans l'appréciation de la température, soit des liquides, soit des vapeurs, de ne négliger aucune des précautions recommandées par les physiciens qui se sont occupés de ce genre de travail.

du verre, agissait d'une façon singulière pour retarder l'ébullition. C'est ainsi que si l'on prend un ballon ou matras neuf, de verre vert mince, dans lequel l'ébullition a lieu à 100°,50 environ; qu'on y laisse séjourner pendant quelques heures de l'acide sulfurique concentré; qu'ensuite on lave le ballon à plusieurs reprises avec de l'eau bouillante, jusqu'à ce qu'on ait acquis la conviction, par l'emploi du muriate de baryte, qu'il ne contient plus un atome d'acide sulfurique; qu'alors on y chauffe graduellement de l'eau distillée au moyen d'une lampe à alcool, à double courant, jusqu'à la température de l'ébullition, on remarquera les phénomènes suivants : (A). Il ne s'élève du fond du vase que peu ou point de ces bulles d'air qu'on observe en général au moment où l'eau commence à se réchauffer dans un vase de verre ordinaire. (B). Le phénomène du *chant* se fait à peine remarquer, ou du moins depuis 95° seulement. (C). Le thermomètre étant arrivé aux environs de 100°, on ne remarque pas, comme dans les cas ordinaires, de nombreuses bulles de vapeur qui partent simultanément de toutes les portions de la surface intérieure du ballon. Le thermomètre ne reste pas non plus stationnaire, comme cela arrive d'ordinaire une fois que l'ébullition est commencée. Voici ce qui se passe dans le cas du ballon qui a contenu de l'acide sulfurique : Au moment où le thermomètre a atteint 100°, on voit se former un petit nombre de grosses bulles de vapeur qui se détachent difficilement du fond du vase, et dont la production n'empêche pas le thermomètre de monter graduellement à environ 104°. En augmentant la flamme de la lampe à alcool, on paraît forcer, pour ainsi dire, la formation de la vapeur, laquelle se dégage cependant toujours avec peine, et par grosses bulles ou *bouffées,* qui paraissent se former à la surface du liquide et dans son intérieur, plutôt que de partir du fond du vase. A chaque bouffée de vapeur on voit baisser le thermomètre de quelques dixièmes de degré, pour remonter aussitôt dès que la bouffée s'est échappée. C'est dans ce moment que si l'on diminue subitement l'intensité de la flamme de la lampe à esprit de vin, l'ébullition paraît cesser à peu près complétement, et le thermomètre s'élève rapidement jusqu'à 105, et même quelquefois jusqu'à 106 degrés. A cette température élevée, l'eau reste souvent plusieurs secondes sans qu'il se dégage une seule bulle de vapeur ou sans qu'il se manifeste aucun des signes qui caractérisent ordinairement l'ébullition. Si lorsque l'eau est dans cet état, on y jette la plus petite parcelle de limaille de fer, l'ébullition recommence avec une vivacité extraordinaire; chaque grain de métal devient un foyer d'où partent des bulles innombrables de vapeur, et aussitôt le thermomètre redescend aux environs de 100°. Si l'on se borne à introduire dans le liquide un fragment de métal qu'on y tient suspendu de

manière à ce qu'il ne touche pas le fond du vase, l'effet produit est beaucoup plus faible, et le plus souvent le thermomètre ne baisse pas au-dessous de 103°.

» L'acide sulfurique n'est pas le seul liquide qui communique à un vase de verre la propriété de retarder l'ébullition de l'eau. La potasse concentrée produit le même effet, quoique à un degré moindre. J'ai cru même apercevoir que le simple rechauffement d'un ballon de verre neuf jusqu'à la température de trois à quatre cents degrés produisait un effet analogue : au moins, par ce procédé, ai-je réussi dans une expérience à retarder l'ébullition de l'eau jusqu'à 105°. L'eau n'est pas non plus le seul liquide qui présente ce retard dans l'ébullition ; l'alcool présente un phénomène du même genre. C'est ainsi que de l'alcool de la densité de 0,810, placé dans un ballon qui avait contenu de l'acide sulfurique, a pu être porté jusqu'à la température de 82°,5, tandis que ce même alcool entrait en pleine ébullition dans un ballon ordinaire à 79°.

» Ne voulant pas abuser davantage de votre temps, je me bornerai à remarquer, en terminant, que la plupart des phénomènes ci-dessus me paraissent trouver leur explication dans l'adhésion moléculaire de l'eau pour le verre ,adhésion qui varie singulièrement suivant l'état de cette substance, et qui augmente d'une manière notable lorsqu'on parvient à la débarrasser de toute impureté ou matière étrangère. C'est par suite de cette adhésion, qui se trouve portée au plus haut degré lorsque par l'action de l'acide sulfurique ou de la potasse on est parvenu à débarrasser le verre de cette espèce de vernis ou poussière impalpable qui adhère le plus souvent à ses molécules avec une grande force, que l'eau et l'alcool peuvent être portés à une température notablement plus élevée qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, sans que le thermomètre atteigne ce point stationnaire qui caractérise l'ébullition. J'ajouterai que l'expérience ci-dessus réussit également bien si, au lieu de se servir d'une lampe à alcool, on réchauffe le ballon d'eau distillée dans un bain d'huile qu'on porte graduellement à une température voisine de l'ébullition. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les dépôts diluviens du Vivarais ; par* M. J. DE MALBOS.

Nous extrairons de cette Notice quelques passages relatifs aux cavernes à dépôts diluviens, qui sont en grand nombre dans le Vivarais, et dont cent-quarante environ ont été visitées par l'auteur.

« C'est dans ces grottes, dit M. de Malbos, qu'on peut faire des observations très-curieuses sur les effets des courants diluviens, les influences atmosphériques et les travaux des hommes ayant peu dérangé la structure

primitive des dépôts; les hommes à différentes époques ont fait leur séjour de ces cavernes, mais j'ai remarqué qu'ils ne s'y enfonçaient jamais profondément, et les stalactites, seul travail qu'y opère la nature, ne font que recouvrir ces dépôts.

» Des argiles seules sont amoncelées dans quelques-unes, et souvent c'est la variété jaune-brun, dure et à cassure conchoïde; des quartz roulés, des sables qui y sont souvent mélangés, agglutinés par les infiltrations calcaires, et forment des voûtes feuilletées où se trouvent des ossements d'éléphants, d'ours, de cerfs, etc.

» Très-souvent ces argiles ont disparu, ainsi que les voûtes, dont il reste quelques portions suspendues, ou les empreintes sur les rochers qui les entouraient, et l'on trouve beaucoup de leurs fragments amoncelés au fond des grottes ou dispersés dans le sol.

» Dans quelques cavernes, et je citerai surtout celle de la Padelle et celle de Tharaux, si remarquable sur les bords de la Cèze, on voit vers le fond un véritable amas de fragments calcaires angulaires des montagnes voisines; ces dépôts ont une pente très-rapide : celui de Tharaux a près de 32 mètres de hauteur.

» On serait porté à croire qu'il y a eu deux cataclysmes : un qui charria les argiles et les cailloux roulés qui eurent le temps de s'agglutiner au moyen des sucs calcaires, et celui qui vint briser ces voûtes, laissant suspendus beaucoup de fragments restés en l'air.

» Je pénétrai avec une échelle dans la partie supérieure du dépôt diluvien de la grotte de la Padelle; dans les cavités qui étaient vers la gauche aucune stalactite des passages étroits n'avait été dérangée, et j'étais par conséquent la première personne qui les eût visitées; sur la droite, un homme, y avait pénétré il y a sans doute des milliers d'années; il avait brisé plusieurs stalagmites qui s'étaient formées sur le dépôt diluvien et les avait dispersées autour de lui.

» Mais une de ces concrétions, que je conserve dans ma collection, attira mon attention : elle avait été renversée sur place, et le suintement de la voûte qui la forma avait élevé un nouveau cylindre perpendiculaire sur sa base; la nouvelle stalagmite, de la même grosseur que l'ancienne (environ 3 pouces), a 14 pouces de longueur, et l'ancienne 22, ce qui prouve (si la formation a été régulière) que l'on avait pénétré dans cette partie de la caverne il y a plus du tiers du temps écoulé depuis le déluge.

» Dans une autre grotte, une stalagmite renversée dans les mêmes conditions offrait à peu près les mêmes proportions.

» En cassant des stalagmites, j'ai trouvé des morceaux de charbon renfermés à un tiers environ de leur sommet.

» J'ai découvert des fragments de poterie à 15 et 20 pouces au-dessous de stalagmites dans la grotte des Barres et dans une autre n° 121 ; en examinant l'accroissement des stalagmites de nos jours, je crois que l'on peut faire remonter au moins à quatre mille ans le premier séjour de la race humaine dans les cavernes.

» Faisons donc la proportion 14 : 22 :: 4000 : 6286 ; il y aurait ainsi six à sept mille ans que ce cataclysme aurait bouleversé nos contrées, et ce calcul serait plus approximatif encore si les conditions des terrains supérieurs aux cavernes et les influences atmosphériques avaient toujours été les mêmes.... »

M. **Ed. Gros** adresse une Notice sur l'*introduction de la première machine à vapeur en France*. Dans cette Notice, qui doit faire partie d'un ouvrage sur les mines de houille du département du Nord, l'auteur a réuni les documents destinés à prouver que ce n'est pas, comme on l'a dit et souvent répété, en 1749, dans une houillière de Litry, qu'a été établie la première machine, mais en 1732 à Fresnes, dans l'arrondissement de Valenciennes. Elle y fut construite pour servir aux épuisements. Pour tirer l'eau des galeries d'une seule houillère, il fallait alors, avec la machine à molette, 20 hommes et 50 chevaux marchant jour et nuit. Une fois la machine montée, 2 hommes suffirent pour enlever dans 48 heures toutes les eaux d'une semaine.

M. **Bodichon** envoie d'Alger, une Note sur un cas d'*empoisonnement par le bi-oxalate de potasse*. Cette substance, qui avait été par méprise donnée, au lieu de tartrate de potasse, à la dose d'une demi-once, produisit la mort dans huit à dix minutes, au milieu d'atroces douleurs et d'effrayantes convulsions.

M. **Eyries** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de faire un Rapport sur l'appareil de sauvetage présenté par M. *Viaud*, d'Harfleur, des expériences en grand devant être faites prochainement si l'Académie juge que l'invention présente des chances d'utilité.

M. **Wiesecke** annonce avoir imaginé un appareil au moyen duquel on peut, suivant lui, constater dans les affections de la vue, le siége du mal à son début, les effets progressifs de son développement et les résultats obtenus par le traitement. Ce moyen consiste dans l'emploi d'un instrument d'optique qui permet au malade lui-même de voir dans ses yeux le mouvement des humeurs aqueuses et vitrées. M. Wiesecke voudrait, avant de soumettre cette invention au jugement d'une Commission, obtenir de l'Académie la

déclaration que rien de pareil n'a encore été proposé. L'Académie ne peut donner suite à cette demande.

L'auteur anonyme d'un Mémoire adressé pour le *grand prix des Sciences mathématiques*, envoie son nom sous pli cacheté, avec la répétition de l'épigraphe que porte son manuscrit.

Le secrétaire rend compte des expériences que M. **Hugueny**, de Dijon, vient de faire, pour démontrer l'existence des interférences en acoustique.

M. **Despretz** annonce qu'il a commencé un travail sur le même sujet.

L'Académie reçoit deux communications, l'une sur le *mouvement perpétuel*, par M. **Verger**; l'autre sur la *trisection de l'angle*, par M. **de Menezes**. Ces communications ne peuvent, d'après un arrêté de l'Académie relatif à ces deux questions, devenir l'objet d'un Rapport.

L'Académie accepte le dépôt d'un *paquet cacheté* adressé par M. **Raymond**.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. A.

ERRATA. (Séance du 4 avril 1842.)

Page 533, ligne 26, M. Tiedemann à Erfurth, *lisez* à Heidelberg.

(Séance du 11 avril 1842.)

Page 548, ligne 11, *au lieu de :* « Car il a presque toujours été.....plus ou moins graves », *lisez :* « Car, bien que beaucoup d'écrivains, et même des plus distingués, s'en soient occupés et en aient signalé avec beaucoup de justesse certains points, néanmoins cet ouvrage n'a pas été le sujet d'une analyse complète et spéciale, parce qu'elle n'entrait pas dans le but des auteurs, et souvent il a donné lieu à diverses erreurs plus ou moins graves. »

Page 556, ligne 19, après le mot décuple (1), *ajoutez la note suivante :*

(1) Cette remarque n'a pas échappé à M. Biot, qui, en signalant le point de vue sous lequel le livre d'Archimède se rattache à la grande invention de Neper, dans l'histoire des Logarithmes, s'exprime ainsi : « Dans tout ceci la simplicité résulte de ce qu'au lieu de considérer les nombres mêmes avec la multipli- » cité des caractères qui les expriment, on les désigne seulement par leur rang dans la progression indéfinie, » rang qui est toujours bien plus court à exprimer. » (Notice sur Neper, *Journal des Savants*, année 1835, page 263.)

Page 573, ligne 10, M. Bisson présente plusieurs images photographiques, *lisez* MM. Bisson et Nicolesco présentent.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; er semestre 1842, n° 15, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; mars 1842; in-8°.

Pensées en vers, suivies d'une Ode à la Postérité; par M. MOLLEVAUT; e édition, in-16.

Leçons sur l'Histoire naturelle des corps organisés, professées au Collége de *rance par* M. DUVERNOY; 2e fascicule; in-8°.

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET *et* FLEURY; me IV; 16e livraison; in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France; tome XIII; feuilles 6 à 10; -8°.

Œuvres complètes de John Hunter, traduites de l'anglais par M. RICHELOT; 3e livraison, in-8°, et planches in-4°.

Nouvelles recherches sur les mouvements du Camphre et de quelques autres *rps placés à la surface de l'eau et du mercure; par* MM. JOLY *et* BOISGIRAUD né; Paris, 1842; in-8°.

Description d'un utérus bilobé, et considérations physiologiques qui s'y ratta- *ent; par* M. F.-M.-P. ISIDORE DUMAS; Montpellier, 1842; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; avril 1842, in-8°.

Précis analytique sur le Cancer de l'estomac, et sur ses rapports avec la Gas- *e chronique; par* M. le Dr BARRAS; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1842; in-8°.

Le Technologiste; avril 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; avril 1842; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; avril 1842; 8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; mars 1842; in-8°.

De l'Ophthalmie qui règne dans l'armée Belge; par M. GOUZÉE; Bruxelles, 2; in-8°.

Bulletin du Musée de l'Industrie; par M. JOBARD (spécimen); Bruxelles, 2; in-8°.

Conchologia.... *Conchyliologie systématique; par* M. LOVELL-REE
part. 6; in-4°; Londres, 1842.

The Journal... *Journal de la Société royale de Géographie de Lond*
vol. XI, 1841; part. 1re; in-8°.

The Edinburgh... *Nouveau Journal philosophique d'Édimbourg,* jan
à avril 1842; in-8°.

The London.... *Journal de Botanique de Londres;* 4e numéro; a
1842, in-8°.

The natural... *Histoire naturelle de l'Homme; par* M. J.-C. PRICHA
n° 4; in-8°.

Geologische... *Observations géologiques sur les phénomènes et sur les*
mations volcaniques dans la basse Italie et l'Italie moyenne; par M. AB
Brunswick, 1841; in-8°; avec atlas in-fol. oblong.

Beschrijving... *Exposition de l'amélioration apportée à la nourriture*
indigents d'Utrecht, par l'introduction de la gélatine des os dans le ré
alimentaire; par M. C.-A. BERGSMA; Utrecht, 1842; in-8°.

Introduzione... *Introduction à l'Ichthyologie italienne,* in-fol. (4 feuil

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 16.

Gazette des Hôpitaux; n° 44 à 46.

L'Écho du Monde savant; nos 720 et 721.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 250.

L'Examinateur médical; tome XI; nos 15 et 16.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Recherches sur la dilatation des gaz;* deuxième Mémoire; *par* M. V. REGNAULT. (Extrait.)

« Dans un premier travail, je me suis occupé de la détermination des coefficients de dilatation de l'air et de quelques autres gaz, entre les points fixes du thermomètre, et sous des pressions peu différentes de la pression atmosphérique. Je me propose, dans ce second Mémoire:

» 1°. D'étudier la dilatation des gaz entre les mêmes limites de température, mais sous des pressions très-différentes;

» 2°. De suivre la dilatation de l'air dans les hautes températures mesurées au moyen du thermomètre à mercure, ou, en d'autres termes, de faire la comparaison du thermomètre à air avec le thermomètre à mercure.

PREMIÈRE PARTIE. — *De la dilatation des gaz sous différentes pressions.*

» Les physiciens admettent généralement que la dilatation des gaz est constante entre les mêmes limites de température, quelle que soit la pression à laquelle ces gaz se trouvent soumis; par conséquent qu'elle est entièrement indépendante de la densité primitive du gaz; mais il est diffi-

cile de citer des expériences concluantes sur lesquelles cette loi se trouve établie. Plusieurs observateurs ayant trouvé la même valeur au coefficient de dilatation de l'air sous les différentes pressions barométriques, en ont conclu que le coefficient de dilatation des gaz restait le même sous toutes les pressions. Mais les variations barométriques dans une même localité ont lieu entre des limites trop peu étendues, pour qu'il soit permis de tirer de cette observation une conséquence aussi générale; elle prouve seulement que pour des variations aussi faibles de pression, les changements du coefficient de dilatation sont insensibles.

» H. Davy est le seul physicien qui ait étudié la dilatation des gaz sous des pressions très-différentes. (*Transactions philosophiques*, 1823, tome II, page 204.) Il annonce qu'il a trouvé la même dilatation à l'air pris avec les densités $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, 1 et 2; mais les expériences n'ont pas été faites par un procédé assez délicat pour que l'on puisse regarder les résultats comme suffisamment précis.

» J'ai fait des expériences sur l'air sous des pressions plus faibles que la pression barométrique, et d'autres sous des pressions beaucoup plus fortes.

» Elles ont donné les résultats suivants :

PRESSION à 0°.	PRESSION à 100°.	DENSITÉ à 0° de l'air supposée 1 à 0° sous la pression de 760^{mm}.	$1 + 100\alpha$.
mm. 109,72	mm 149,31	0,1444	1,36482
174,36	237,17	0,2294	1,36513
266,06	395,07	0,3501	1,36542
374,67	510,35	0,4930	1,36587
375,23	510,97	0,4937	1,36572
760,00	......	1,0000	1,3665
1678,40	2286,09	2,2084	1,36760
1692,53	2306,23	2,2270	1,36800
2144,18	2924,04	2,8213	1,36894
3655,56	4992,09	4,8100	1,37091

» La troisième colonne du tableau renferme les densités du gaz à la température de la glace fondante; on voit que ces densités ont varié depuis

0,1444 jusqu'à 4,8100, c'est-à-dire depuis 1 jusqu'à 33,3, et pour une variation aussi considérable dans la densité, le coefficient de dilatation du gaz n'a changé que de 0,3648 à 0,3709.

» Les expériences précédentes montrent par conséquent que la loi admise par les physiciens, savoir que l'air se dilate de la même fraction de son volume à 0°, quelle que soit d'ailleurs sa densité, n'est pas exacte. L'air se dilate, entre les mêmes limites de température, de quantités qui sont d'autant plus considérables que la densité du gaz est plus grande, ou, en d'autres termes, que ses molécules sont plus rapprochées.

» En résumé, mes expériences ne confirment pas les deux lois fondamentales de la théorie des gaz, admises jusqu'ici par tous les physiciens, savoir :

» 1°. Tous les gaz se dilatent de la même quantité entre les mêmes limites de température ;

» 2°. La dilatation d'un même gaz, entre les mêmes limites de température, est indépendante de la densité primitive du gaz.

» Faut-il conclure de là que ces lois doivent être à l'avenir bannies de la science. Je ne le pense pas. Je crois que ces lois, de même que toutes celles qui ont été reconnues sur les gaz, la loi des volumes, etc., etc., doivent être considérées comme vraies *à la limite*, c'est-à-dire qu'elles s'approcheront d'autant plus de satisfaire aux résultats de l'observation que l'on prendra les gaz dans un plus grand état de dilatation.

» Ces lois s'appliquent à un état gazeux parfait, dont les gaz que nous présente la nature s'approchent plus ou moins, suivant leur nature chimique, suivant la température à laquelle on les considère et qui peut être plus ou moins éloignée des points où il y a changement d'état ; enfin, suivant leur état de moins ou de plus grande compression.

DEUXIÈME PARTIE. — *De la comparaison du thermomètre à air avec le thermomètre à mercure.*

» La table donnée par Dulong et Petit pour la marche comparative du thermomètre à air et du thermomètre à mercure ne peut plus être admise, puisqu'elle a été calculée d'après un coefficient de dilatation de l'air inexact. On peut croire au premier abord que rien ne doit être plus simple que de faire subir à leurs résultats la correction dépendante du changement du coefficient, et il en serait en effet ainsi, si ces illustres physiciens nous avaient transmis toutes les données de leurs expériences ; malheureusement on ne trouve dans leur Mémoire que la table suivante, qui renferme quel-

ques nombres déterminés au moyen d'une formule d'interpolation calculée sur leurs expériences, mais qui sont tout à fait insuffisants.

TEMPÉRATURES indiquées par le thermomètre à mercure.	VOLUMES correspondants d'une même masse d'air.	TEMPÉRATURES indiquées par le thermomètre à air et corrigées de la dilatation du verre.
— 36°	0,8650	— 36°
0	1,0000	0
100	1,3750	100
150	1,5576	148,70
200	1,7389	197,05
250	1,9189	245,08
300	2,0976	292,70
360	2,3125	350,00

» De nouvelles expériences sont nécessaires pour décider la question.

» J'ai montré dans mon premier Mémoire (*Annales de Chimie,* tome IV, pages 57 et 58) que la dilatation du gaz acide sulfureux allait en augmentant très-rapidement avec la pression, même dans le voisinage de la pression barométrique ordinaire. Une expérience sur le gaz acide carbonique (p. 59) a rendu cette augmentation de la dilatation avec la pression également très-sensible. Il m'a paru intéressant de poursuivre cette étude sur le gaz acide carbonique sous des pressions de plusieurs atmosphères. Les résultats obtenus se trouvent dans le tableau suivant :

PRESSION à 0°.	PRESSION à 100°.	DENSITÉ du gaz à 0°.	$1 + 100\alpha$.
mm. 758,47	mm. 1034,54	1,0000	1,36856
901,09	1230,37	1,1879	1,36943
1742,73	2387,72	2,2976	1,37523
3589,07	4959,03	4,7318	1,38598

» On voit que la dilatation du gaz acide carbonique va en augmentant beaucoup plus rapidement avec la pression que celle de l'air atmosphérique.

» Il est important de remarquer que dans toutes ces expériences la dilatation du gaz est déterminée d'une manière indirecte; nous mesurons directement l'augmentation de force élastique que le gaz, ramené à un volume constant, reçoit par le fait de l'élévation de température, et nous en concluons la dilatation en nous fondant sur la loi de Mariotte. Mais on peut objecter qu'il n'est pas démontré que cette loi soit absolument exacte, et par suite que les différences signalées dans les dilatations sous différentes pressions peuvent tenir à ce que la loi de Mariotte n'est pas rigoureusement vraie.

» Cette objection ne me paraît pas fondée, par plusieurs raisons. MM. Dulong et Arago n'ont trouvé, dans leurs belles expériences, aucune anomalie constante, même sous des pressions qui s'élèvent jusqu'à 27 atmosphères, ce qui démontre au moins, qu'entre les limites de pression de 1 à 27 atmosphères, la loi de Mariotte est à peu près exacte; d'où l'on peut conclure qu'elle doit être rigoureusement exacte pour des différences de pression aussi petites que celles que nous observons dans nos expériences sur le même gaz à 0° et à 100°. Il est évident que s'il existait déjà une anomalie sensible pour des différences de pression aussi faibles, cette anomalie ne pourrait manquer de se révéler d'une manière bien prononcée pour les grandes différences de pression dans des expériences faites avec soin.

» Je ferai observer ensuite que mes expériences se font précisément dans les circonstances les plus favorables à l'exactitude de la loi de Mariotte, puisque c'est le gaz échauffé à la température de 100°, par conséquent au moment où il est le plus éloigné de son point de liquéfaction, qui se trouve soumis à la plus forte pression.

» Enfin il convient d'observer que dans les expériences comparatives faites sur la compressibilité des divers gaz sous une même pression, on a reconnu que les gaz qui ne suivent pas la loi de Mariotte présentent une plus grande diminution de volume que celle qui devrait avoir lieu d'après cette loi. Ainsi, dans mes expériences, en négligeant les changements survenus dans les forces moléculaires par le fait de la différence de température, le volume du gaz à 100° devrait être plus petit que celui qui suivrait exactement la loi de Mariotte. De sorte que l'anomalie dans la loi de

Mariotte tendrait à diminuer le coefficient de dilatation avec la pression, au lieu de l'augmenter, comme nous le trouvons dans nos expériences.

» Au reste, pour ne laisser aucune objection sans réponse, j'ai fait de nouvelles expériences dans lesquelles le gaz reste sous la même pression à 0° et à 100°, et dans lesquelles on mesure immédiatement le changement survenu dans le volume; ces expériences ne sont pas encore assez complètes pour que je puisse en donner maintenant les résultats.

» Mes expériences montrent que le thermomètre à air s'accorde à peu près exactement avec le thermomètre à mercure entre 0 et 100°; ce qui confirme les anciennes observations de M. Gay-Lussac. Il convient cependant de remarquer que le thermomètre à air, dans mes expériences, présente constamment un retard de 0°,2 environ sur le thermomètre à mercure vers le milieu de l'échelle, ce qui semblerait annoncer qu'il y a réellement entre les points fixes une petite différence dans la marche des deux thermomètres: mais cette différence est trop petite pour qu'il soit nécessaire d'y avoir égard; elle tombe d'ailleurs dans les limites d'incertitude qui dépendent du déplacement du zéro du thermomètre à mercure.

» Au-dessus de 100°, le thermomètre à mercure marche sensiblement d'accord avec le thermomètre à air jusqu'à la température de 250° environ; à partir de ce point, le thermomètre à mercure prend l'avance sur le thermomètre à air. A 300°, la différence est de 1° environ; à 325°, elle s'élève à 1°,75; enfin à 350°, il y a environ 3° de différence entre la température indiquée par le thermomètre à air et celle donnée par le thermomètre à mercure.

» Il est important de remarquer que les résultats qui précèdent ne conviennent que pour la marche comparative du thermomètre à air corrigé de la dilatation du verre, et d'un thermomètre à mercure construit avec des tubes de verre de nos fabriques françaises, en un mot, identiques avec ceux qui ont servi dans mes expériences. Les tables de correction pourraient être très-différentes, si les thermomètres à mercure étaient construits avec des verres de nature diverse.

» On admet généralement que deux thermomètres à mercure qui s'accordent pour le zéro et la température de l'ébullition de l'eau, s'accordent également pour tous les autres points de l'échelle; rien n'est plus faux que cette proposition: il peut y avoir des différences de plusieurs degrés dans les hautes températures, si les deux thermomètres ne sont pas construits exactement avec la même espèce de verre.

» Pour mettre ces différences de marche nettement en évidence, j'ai

fait des expériences sur trois thermomètres à mercure à déversement, formés, le premier avec un petit ballon de verre soudé à un tube thermométrique, le second par une boule de verre ordinaire soufflée sur un tube thermométrique, le troisième par une boule de cristal soufflée sur un tube de cristal. Les boules avaient toutes les trois sensiblement le même diamètre, les tubes thermométriques le même calibre et la même longueur; en un mot, les trois thermomètres étaient aussi semblables que possible. Ils furent placés sur un petit support en laiton, qui lui-même était disposé dans une cuve rectangulaire remplie d'huile. Les thermomètres avaient été préalablement bien purgés d'air et d'humidité, et l'on avait eu soin de déterminer par une expérience directe le poids du mercure sorti de ces appareils, à partir de 0 jusqu'à 100°. Un gros fil de cuivre, attaché au support de laiton, permettait de retourner l'appareil dans le bain et de donner à chacun des thermomètres toutes les positions possibles, de sorte que l'on ne peut pas dire que les différences signalées tiennent aux températures différentes qui ont lieu dans les diverses parties de la cuve. L'huile était d'ailleurs continuellement brassée au moyen des agitateurs.

» Voici les résultats obtenus :

I. TUBE de verre ordinaire soufflé en boule.	II. PETIT ballon de verre ordinaire.	III. TUBE de cristal soufflé en boule.	DIFFÉRENCES entre I et III.
0°	0°	0°	0°
100	100	100	0
190,51	190,84	191,66	+ 1,15
246,68	247,02	249,36	+ 2,68
251,87	252,06	254,57	+ 2,70
279,08	279,31	282,50	+ 3,42
310,69	311,14	315,28	+ 4,59
333,72	333,76	340,07	+ 6,35

» Les thermomètres I et II ont marché sensiblement d'accord ; le n° II a présenté cependant constamment un peu d'avance sur le n° I. Le ther-

momètre n° III, formé par un réservoir de cristal, présente au contraire une marche beaucoup plus rapide que celle des deux premiers. A 330°, le thermomètre en cristal a plus de 6° d'avance sur le thermomètre en verre ordinaire. Il résulte de là que les diverses espèces de verre non-seulement ont des coefficients de dilatation absolue différents, mais qu'elles suivent même des lois différentes dans leur dilatation. Les verres qui ont le plus petit coefficient de dilatation paraissent éprouver un accroissement moins rapide de dilatation avec la température.

» Ainsi, à l'avenir, il conviendra que les thermomètres à mercure employés pour des expériences précises et comparables, soient comparés non-seulement pour les points fixes de l'échelle, mais encore à des températures supérieures. En négligeant cette précaution, on peut commettre des erreurs très-considérables. »

RAPPORTS.

GÉOMÉTRIE. — *Rapport sur un compas propre à tracer toutes sortes d'ellipses.*

(Commissaires, MM. Sturm, Puissant rapporteur.)

« L'Académie a renvoyé à l'examen d'une Commission, composée de MM. Sturm et de moi, un petit compas en cuivre construit par MM. **Hamann** et **Hempel**, pour tracer des ellipses de dimensions données.

» Quoique l'on connaisse depuis longtemps plusieurs moyens pour décrire ces courbes par un mouvement continu, il est souvent préférable, dans certaines circonstances, de les déterminer par points; mais l'instrument dont nous allons rendre compte à l'Académie nous paraît être d'un emploi beaucoup plus commode que tous ceux qui ont été imaginés jusqu'à présent.

» La construction de ce nouvel instrument est fondée sur une propriété connue de l'ellipse, savoir : si du centre de cette courbe on décrit deux cercles qui lui soient, l'un inscrit, l'autre circonscrit, et que par un point quelconque de ce second cercle on mène un rayon et une ordonnée au grand axe de l'ellipse, ces deux droites couperont respectivement le cercle inscrit et la circonférence de l'ellipse en deux points qui seront sur une même parallèle au grand axe.

» Il suit de là que l'on peut concevoir une ellipse engendrée par le mouvement d'un point qui se meut circulairement autour d'un autre, tandis

que celui-ci tourne en sens contraire avec une vitesse sous-double autour d'un point fixe.

» Pour produire ce double mouvement sur le papier, MM. Hamann et Hempel placent verticalement au point pris pour centre de l'ellipse à tracer, une pièce cylindrique d'un assez grand diamètre à sa base, et couronnée d'une roue dentée à laquelle s'adapte le manche de l'instrument, lequel en tournant sur son axe imprime à une crémaillère horizontale un mouvement de va-et-vient. Cette crémaillère glisse dans les gorges de deux roulettes qui, au moyen de ressorts, la pressent constamment sur la roue dont il s'agit et sur un pignon denté, d'un rayon moitié plus petit, placé à l'extrémité d'une tige de cuivre qui traverse perpendiculairement le manche de l'instrument, et qui s'y fixe à l'aide d'une vis de pression.

» Au centre de ce pignon est un anneau qui embrasse et serre une petite verge d'acier disposée horizontalement, et à l'extrémité de laquelle est attaché, dans le sens vertical, un porte-crayon ou un tire-ligne. La longueur de cette verge se compte à partir du centre du pignon jusqu'à la pointe du crayon, et doit représenter la moitié de la différence des demi-axes de l'ellipse à décrire. Quant à la distance du centre du pignon à l'axe du manche de l'instrument, elle doit être égale à la moitié de la somme de ces demi-axes. Lors donc que le compas est réglé de la sorte, et que son pied est bien fixé au centre de l'ellipse, il suffit de faire tourner le manche sur lui-même en achevant une révolution, pour que le crayon ou le tire-ligne, de quelque point qu'il parte, décrive exactement cette ellipse.

» Il est cependant à remarquer que l'idée d'un instrument propre à transformer ainsi en un mouvement elliptique deux mouvements circulaires, se trouve clairement exprimée dans une Note que M. Michel Léninn a lue le 22 février 1839 à l'Académie de Saint-Pétersbourg, et qui est insérée dans le *Bulletin scientifique* de cette compagnie (tome V, nos 23, 24); mais cet *ellipsographe*, dont un dessin fait parfaitement connaître le mécanisme, est, sans aucun doute, d'une construction plus compliquée que celui qui fait l'objet de ce Rapport, puisque la liaison des deux mouvements circulaires s'y opère au moyen de deux pignons et de deux roues, tandis qu'elle a lieu bien plus simplement dans l'instrument de MM. Hamann et Hempel.

» Nous pensons donc que celui-ci présente dans la pratique des avantages que sauront apprécier les dessinateurs et les architectes, lorsqu'ils voudront tracer rapidement et avec exactitude toutes sortes d'ellipses dont

les dimensions, cependant, ne seraient pas très-petites; et c'est ce qui nous engage à proposer à l'Académie de remercier MM. Hamann et Hempel de leur communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

A l'occasion du présent Rapport, M. Puissant communique, au nom de M. **Chasles**, qui n'a pu assister à la séance, la Note suivante :

Note. L'instrument de MM. Hamann et Hempel peut servir à décrire l'ellipse d'une seconde manière, savoir : par un stylet fixe qui imprimerait sa trace sur un plan mobile, comme dans le tour à tourner, où l'outil est fixe et l'ouvrage mobile. Ce plan mobile serait celui du cercle mobile dans l'instrument de MM. Hamann et Hempel. Mais il faut alors que la vitesse angulaire du cercle autour de son centre soit moitié de sa vitesse angulaire autour d'un point fixe. On obtiendra cette condition en donnant au cercle mobile un rayon double de celui du cercle fixe.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination de deux Commissaires pour la révision des comptes de l'année 1841.

MM. Thenard et Puissant réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, également par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq membres, qui sera chargée de l'examen des pièces envoyées au concours pour le prix extraordinaire concernant la vaccine.

MM. Double, Magendie, Serres, Breschet et Duméril, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *De la substance grasse du lait, des modifications qu'elle subit, et du rôle qu'elle joue dans la nutrition; par* M. de **Romanet.**

(Commissaires, MM. Dumas, Boussingault, Payen.)

Dans ce Mémoire, l'auteur s'est principalement proposé d'établir, relativement au phénomène de la formation du beurre, les propositions suivantes :

« 1°. Au moment de l'émission du lait, les globules de dimensions di-

verses que le microscope fait voir clairement dans ce liquide, et qui tendent plus ou moins, en raison de leur pesanteur spécifique, à s'élever vers la partie supérieure, contiennent le beurre à l'état parfait;

» 2°. Ces globules contiennent tous du beurre et ne contiennent que du beurre;

» 3°. Cette substance s'y trouve sous forme de pulpe enveloppée d'une pellicule blanche, translucide, mince, élastique et résistante;

» 4°. L'action du barattage n'est autre chose que l'atténuation par le frottement, la rupture mécanique de ces pellicules qui enveloppent la pulpe butyreuse et la mise à nu de cette pulpe;

» 5°. Si le beurre se forme presque tout d'un coup, après un certain temps de barattage, c'est parce que cette action mécanique s'exerçant de la même manière, et à peu près pendant le même espace de temps sur tous les globules que peut atteindre l'instrument de percussion, le déchirement des pellicules doit s'opérer à des instants très-rapprochés les uns des autres;

» 6°. Ce sont les débris de ces pellicules qui troublent et blanchissent le liquide qu'on nomme lait de beurre, ainsi que les eaux dans lesquelles on lave le beurre qui vient d'être réuni.

» 7°. L'acidité qui se manifeste constamment dans le liquide qu'on nomme lait de beurre, à l'instant où le beurre se forme (quelque fraîche et alcaline qu'ait été la crème lorsqu'on l'a mise dans la baratte), est due au contact immédiat du beurre et des principes acides dont M. Chevreul a signalé la présence dans cette substance, contact dont le liquide se trouvait préservé tant que les particules de beurre étaient renfermées dans leurs enveloppes. »

M. Andral commence la lecture d'un Mémoire qui lui est commun avec MM. Gavarret et Lafond, et qui a pour objet la *détermination des quantités relatives des éléments du sang chez quelques-uns de nos animaux domestiques.*

Cette lecture sera continuée dans une prochaine séance.

(Pièces dont il n'a pu être donné communication à la précédente séance.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉCONOMIE AGRICOLE. — *Mémoire sur un insecte et un champignon qui ravagent les cafiers aux Antilles; par* MM. GUÉRIN-MÉNEVILLE *et* PERROTTET.

(Commissaires, MM. Duméril, Milne Edwards, de Gasparin.)

Dans une lettre jointe à ce travail, qui a été fait par ordre de M. le Ministre de la Marine, les auteurs en donnent l'analyse dans les termes suivants :

« La première partie de notre Mémoire a pour objet de faire connaître la nature des ravages causés dans les plantations de cafiers par la chenille d'un papillon nocturne très-petit; nous montrons comment les innombrables légions de ces chenilles s'introduisent dans l'épaisseur de la feuille, en rongent le parenchyme sans attaquer les deux épidermes, et causent sa dessication en tout ou en partie.

» Les feuilles attaquées se couvrent de taches noires ou rougeâtres, et deviennent impropres à puiser dans l'atmosphère les éléments nécessaires à la végétation. Les cafiers dépérissent, leurs fruits ne parviennent pas à maturité ou sont rabougris; enfin, la récolte est plus ou moins compromise, quand l'arbre ne périt pas.

» Le papillon produit par cette chenille est à peine long de 2 millimètres et demi, d'une couleur argentée très-brillante. Il appartient à la famille des nocturnes et au genre *Élachiste* des auteurs, genre formé avec les plus petits des lépidoptères, et dont on ne connaissait que des espèces européennes. Il forme donc une espèce nouvelle que nous décrivons et figurons sous ses divers états, et que nous nommons *Élachiste du café.*

» Ce lépidoptère se multiplie d'une manière effrayante, car, sous le climat brûlant des Antilles, il se reproduit tous les quarante à quarante-cinq jours, comme cela a lieu pour le ver à soie. Cette immense multiplication nous fait craindre que sa destruction ne soit très-difficile, sinon impossible; mais nous croyons aussi que la nature a dû placer près de lui quelque parasite destiné à modérer sa propagation. Dans tous les cas, l'intervention de l'homme est très-nécessaire, et nous proposons divers

procédés pour essayer de détruire cet ennemi, d'autant plus terrible qu'il échappe par son excessive petitesse. Nous appelons surtout le concours des propriétaires de caféteries, afin que, guidés par la connaissance que nous leur donnons de leur ennemi, ils cherchent, pour le détruire, quelques autres moyens, praticables en grand, et dont les frais seraient amplement compensés par une suite de récoltes abondantes.

» A la suite de ce travail, nous présentons les observations que l'un de nous a été à même de faire sur une maladie non moins dangereuse, causée aux cafiers par un champignon qui infecte la terre dans laquelle ils sont plantés, et finit par causer leur mort. Les moyens de remédier à cette grave maladie sont exposés avec détail, et nous pensons qu'ils doivent être efficaces, si on les exécute avec intelligence. »

PALÉONTOLOGIE.—*Considérations sur les céphalopodes des terrains crétacés; par* M. A. d'Orbigny. (2e Mémoire.)

(Commission précédemment nommée.)

L'auteur, en terminant cette seconde partie de son travail, expose dans les termes suivants les résultats qui s'en déduisent relativement à la répartition des Céphalopodes par bassins, au sein des anciennes mers crétacées :

« 1°. A l'époque inférieure des terrains néocomiens il existait en France deux grands bassins distincts : le bassin méditerranéen et le bassin parisien, chacun ayant leur faune particulière bien tranchée, tout en possédant assez d'espèces communes pour qu'on ne puisse douter de leur contemporanéité. On pourrait dire aussi que, durant cette première période, les couches se sont déposées tranquillement et sans remaniement.

» 2°. Lors du dépôt des couches appartenant au terrain néocomien supérieur, les conditions respectives des deux mers et de leurs faunes sont restées les mêmes.

» 3°. A l'époque du gault inférieur, ces deux mers sont restées encore dans les mêmes conditions; mais, pendant cette première période, les grands effets des courants, marqués par le transport des espèces, et provenus sans doute de dislocations partielles, ont vraisemblablement ouvert de larges communications entre les deux mers, puisqu'aux couches supérieures du gault, on trouve un bien plus grand nombre d'espèces communes, entre les bassins, qu'il n'en existait aux époques néocomiennes.

» 4°. A l'étage de la craie on voit, dès les couches de craie chloritée,

tout changer d'aspect dans les mers crétacées. Les deux premiers bassins sont restés, relativement à la distribution des espèces de céphalopodes et à leurs proportions, ce qu'ils étaient à l'époque du gault supérieur; mais au bassin parisien s'est joint le golfe du Cotentin et peut-être le golfe de la Loire, jusque alors étrangers aux terrains crétacés; et l'étage de la craie envahit en même temps l'immense bassin pyrénéen. Ainsi, vers cette époque, ces mers avaient pris en France, et dans toute l'Europe, une extension du double au moins de celle qu'elles avaient à l'instant où elles se sont montrées, pour la première fois, avec les terrains néocomiens (1).

» 5°. A la fin de la période de la craie chloritée, les mers se modifient de nouveau, à l'instant où presque tous les céphalopodes cessent d'exister. La craie blanche la recouvre et forme une époque nouvelle à laquelle, au moins jusqu'à présent, le bassin méditerranéen ne paraît pas avoir participé. Le bassin parisien tout entier, le golfe de la Loire et du Cotentin, une partie de la Belgique et une petite surface du bassin pyrénéen se couvrent, à la fois, de la faune de la craie blanche, où les céphalopodes sont réduits à un très-petit nombre d'espèces.

» 6°. Enfin, il résulterait de tous ces faits : que cinq fois, pendant la période des terrains crétacés il y aurait eu extinction et renouvellement presque complet des céphalopodes, et que trois fois, la faunes de circonscription des mers crétacées se serait notablement modifiée ou aurait complétement changé sur le sol de la France. »

PHYSIQUE. — *Appareil destiné à augmenter la sensibilité des aiguilles du multiplicateur sans altérer leur magnétisme; par* M. RUHMKORFF.

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Pouillet, Babinet.)

« L'idée de cet appareil, dit M. Ruhmkorff, m'a été suggérée par l'indication que j'ai trouvée dans un Mémoire récent de M. Melloni, relativement à un moyen propre à augmenter la sensibilité d'un système d'aiguilles presque astatique.

» Ce moyen consiste à placer à quelque distance du galvanomètre, entre les deux pôles des aiguilles, un barreau aimanté horizontal, afin

---

(1) Comme je m'y attendais, les conclusions générales auxquelles m'amène l'ensemble des céphalopodes des terrains crétacés, sont presque identiques à celles qu'ont amenées les ammonites seulement (*voyez* page 455); il y aurait alors entière confirmation des résultats.

d'affaiblir le magnétisme de l'aiguille prédominante ; alors, le système étant plus astatique, l'appareil devient plus sensible. Pour parvenir au même but plus commodément et plus sûrement, j'ai pris deux petits barreaux aimantés de 8 centimètres environ de longueur, mobiles autour d'un axe situé au centre d'un arc de cercle divisé ; les pôles de nom contraire sont en regard, de sorte que lorsque les deux barreaux sont verticaux, leur action est nulle à quelque distance, et l'axe coïncide avec le fil de suspension.

» Cet appareil se place au-dessus du galvanomètre (de la cloche de verre), de telle façon que les extrémités libres des deux barreaux étant au bas, leur position soit verticale, que son plan soit le même que celui des aiguilles, et que les pôles des petits barreaux aimantés soient en regard des pôles de nom contraire de l'aiguille supérieure si c'est elle qui prédomine, ou inversement si le contraire a lieu.

» En donnant un plus ou moins grand écartement à ces barreaux, on augmente plus ou moins la sensibilité de l'appareil ; une fois l'appareil retiré, le galvanomètre reprend la même sensibilité qu'avant l'expérience : cette sensibilité peut être augmentée de telle sorte qu'un courant qui ne faisait dévier l'aiguille que de 15°, la fait dévier, lorsqu'on se sert de mon petit instrument, de 60° à 80°. Ainsi cette sensibilité est peut-être 20 ou 30 fois plus considérable.

» Cet appareil peut se placer sur tous les galvanomètres, mais il ne doit être employé que lorsque le galvanomètre n'a pas la sensibilité voulue pour des recherches délicates. J'ai été aidé, pour faire ce petit perfectionnement par les bons conseils de M. Silberman. »

MÉDECINE. — *Nouvelle communication sur une maladie connue au Brésil et dans quelques autres parties de l'Amérique tropicale, sous le nom de* Bicho ; *par* M. GUYON.

(Commission précédemment nommée.)

M. LARREY, qui présente cette seconde partie du travail de M. Guyon, y joint une Note qui prouve que le Bicho règne aussi en Afrique et s'y annonce de même par le sphacèle de la membrane muqueuse du rectum.

M. BUTEUX soumet au jugement de l'Académie un travail fort étendu ayant pour titre : « *Esquisse géologique du département de la Somme.* »

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

M. **Lunel** fils adresse la description et la figure d'une *machine à faucher*.

(Commissaires, MM. de Silvestre, Payen, Séguier, Francœur.)

M. **Werdet** soumet au jugement de l'Académie du papier qu'il considère comme *papier de sûreté*, et qui est préparé avec la sanguine et l'acide oxalique.

(Renvoi à la Commission des encres et papiers de sûreté.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une Note de M. **Walsh**, relative à des règles pour trouver le *nombre des racines réelles et imaginaires d'une équation quelconque*.

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville.)

L'Académie reçoit un Mémoire destiné au concours pour le prix extraordinaire concernant la *vaccine*, et inscrit sous le n° 33. (Ce Mémoire est parvenu au secrétariat avant le terme fixé pour la clôture du concours.)

L'Académie reçoit également un Mémoire ayant pour titre : « *Recherches sur le calcul des variations*, » Mémoire adressé pour le concours sur la question relative aux maximum et minimum des intégrales multiples.

(Pièces de la séance du 25 avril.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Sur les révolutions géologiques des parties centrales de l'Amérique du Nord.*—Extrait d'une Note de M. DE CASTELNAU.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« L'époque sur laquelle je me propose d'appeler l'attention est celle qui correspond à la révolution géologique à laquelle les parties limitrophes des États-Unis et du Canada doivent leur configuration actuelle, c'est-à-dire celle qui forma les grands lacs..... Ces lacs du Canada forment une série qui s'étend de l'ouest vers l'est. Le lac Michigan seul semble former une exception à cette règle, sa direction étant du nord au sud avec une légère déviation vers l'ouest. Au sud de la pointe méridionale de ce lac s'étendent les vastes prairies des Illinois, qui vont rejoindre l'Ohio d'une part et le Mississipi de l'autre. Ces prairies sont entièrement formées

d'un sol alluvial et profond recouvrant des calcaires anciens. En quelques endroits seulement on rencontre de nombreux blocs erratiques appartenant aux roches primitives et qui par conséquent ont dû être amenés d'une distance d'au moins cent lieues.

» Tout indique que cette vaste région était autrefois le bassin d'un lac infiniment plus considérable que ceux qui existent encore dans ces mêmes contrées. En s'approchant du Mississipi les preuves de ce phénomène deviennent encore plus frappantes et ont déjà été observées par le célèbre voyageur Schoolcraft : « A une ancienne époque, dit-il, il y eut quelque » obstacle au cours du Mississipi, près de *Grand-Tower*, qui pro» duisit une stagnation des eaux et les porta à une élévation d'environ » 40 mètres au-dessus de leur ligne ordinaire.» Il est certain que partout où les roches présentent un front abrupte vers la rivière, elles offrent à une élévation de 32 mètres une série de lignes d'eau parallèles ou allant légèrement en s'inclinant vers le nord.

» Si actuellement nous portons nos regards vers la formation géologique des parties septentrionales et occidentales du lac Huron, nous verrons qu'elle vient coïncider avec cette manière de voir : elle présente le caractère d'une vaste formation silurienne, mais avec des traits particuliers qui m'ont engagé à en former une sous-époque particulière que je propose d'appeler *formation huronienne;* sous le rapport minéralogique, elle est généralement composée de calcaires magnésiens ayant souvent l'apparence de grès; et sous le point de vue géologique, elle se distingue par ses fossiles, parmi lesquels on doit remarquer les *Actinoceras* de Stokes, sortes d'*Orthocérates* à organisation très-compliquée, et ses *Huronia;* là aussi abondent les singuliers polypiers du genre *caténipore,* mais les *trilobites* paraissent au contraire être très-rares dans cette formation; ces terrains, que l'on commence à trouver dans les îles de la rivière Sainte-Marie, qui joint le lac supérieur au lac Huron, s'étendent vers la chaîne des îles Manitoulines, puis, suivant le lac Michigan, pénètrent dans les Illinois et se retrouvent dans la vallée du Mississipi, jusque dans les états de Kentucky et de Tenessee.

» Voici maintenant quels sont les changements géologiques que cette région me semble avoir éprouvés.

» Suivant moi, le lac supérieur déversait autrefois ses eaux dans le lac Michigan, qui lui-même aboutissait à un immense bassin indiqué sur ma carte sous le nom de grand lac Silurien, et qui probablement jetait lui-même le trop plein de ses eaux dans la mer Mexicaine, laquelle devait alors couvrir

toute la partie occupée aujourd'hui par les formations tertiaires et d'alluvion. Mais une révolution survint qui arrêta le passage des eaux à l'endroit qui forme aujourd'hui l'extrémité du lac Michigan, et produisit le soulèvement de l'espace occupé par le grand lac Silurien et connu aujourd'hui sous le nom d'Illinois. Cet événement peut être facilement prouvé par la succession de plages soulevées que présente encore la partie sud-est de l'extrémité du lac Michigan; ces plages sont rangées en amphithéâtre, et j'en ai compté jusqu'à quarante-deux les unes au-dessus des autres. Ce fait a du reste déjà été indiqué par le professeur Sheppard dans l'*American Journal of Sciences,* mais ce savant n'en tire aucune conséquence. Les lignes d'eau placées à une grande élévation sur les collines adjoignant le Mississipi, et dont nous avons déjà parlé, seraient ainsi expliquées, car ces roches formaient probablement la rive occidentale du lac, et la hauteur des lignes au-dessus du niveau actuel montre la profondeur des eaux qui baignaient leur base. Voyons actuellement quel fut le résultat naturel de ce soulèvement: les eaux du lac Supérieur cherchèrent pendant quelque temps à suivre leur cours accoutumé vers le sud; mais leur passage étant obstrué, elles s'étendirent partout où elles le purent et formèrent la grande baie Verte; elles durent alors s'accumuler, dans cette partie, à une hauteur considérable, et formèrent probablement ces immenses amas de gravier que l'on remarque en tant d'endroits sur le lac Michigan et les îles qu'il contient, et particulièrement au banc appelé *the Sleeping bear* (l'Ours endormi), sur la côte orientale du lac et aux îles du *Castor* et du *Manitou;* dans la première de ces localités ils atteignent une élévation de 32 mètres; partout cette formation se présente sous l'aspect d'immenses dunes d'un sable très-blanc.

» Les eaux revinrent enfin sur elles-mêmes, et nous pouvons juger de leur violence en voyant les déchirements qu'a éprouvés l'île de Michilimakimac, qui se trouva sur leur passage, pendant qu'elles se creusaient un passage vers l'est où elles formèrent le lac Huron. Ici elles furent encore arrêtées et cherchèrent successivement à passer par la baie de *Péléquantachine* et par celle de *Saganau;* enfin elles parvinrent à se forcer un passage par la rivière *Saint-Clair* et celle du *Détroit.* Là elles s'étendirent dans le bassin qui forme le lac Érié; puis, arrêtées de nouveau, elles se formèrent, avec une force incroyable, une route à travers les roches du Niagara et s'étendirent ensuite paisiblement dans le bassin du lac Ontario jusqu'au moment où, trop resserrées dans leur lit, elles se creusèrent enfin un passage vers la mer par le moyen du *Saint-Laurent.*

» Dans mon hypothèse, le soulèvement des Illinois aurait été autrefois beaucoup plus considérable qu'il ne l'est aujourd'hui, et il ne serait pas même impossible que l'abaissement progressif ne se continuât encore de nos jours; dans ce cas, il se pourrait que les eaux reprissent à une époque quelconque leur ancien cours. »

CHIMIE. — *Action de la naphtaline sur les corps gras. — Asparamide dans le suc de betterave. — Nitrate d'ammoniaque dans le Bouillon blanc.* — Extrait d'une Note de M. **J. Rossignon.**

(Commission précédemment nommée.)

« Lorsqu'on abandonne à l'action de l'air un mélange à parties égales d'*axonge* et de *naphtaline,* pendant plusieurs semaines, une singulière décomposition a lieu : l'oxygène absorbé par le composé et l'oxygène du corps gras se fixent sur une partie de la naphtaline qui passe à l'état d'acide (*naphtoléique*), en même temps qu'il se forme un carbure beaucoup plus hydrogéné que la naphtaline et possédant alors la propriété de brûler sans répandre de fumée. Pendant tout le temps que dure cette décomposition, il se dégage une petite quantité d'acide carbonique, et le composé devient noir; pour isoler du nouveau carbure d'hydrogène (dans lequel le carbone est à l'hydrogène comme 2 est à $1\frac{1}{2}$: *bicarbure d'hydrogène sesqui-hydrogéné*), il faut employer l'éther sulfurique qui ne dissout pas le bicarbure et dissout en partie l'acide *naphtoléique;* on répète plusieurs fois le lavage à l'éther et l'on achève de purifier le bicarbure en le comprimant entre des doubles de papier à filtre à l'action d'une douce chaleur. L'alcool à 40° Cartier bouillant dissout le bicarbure; par le refroidissement celui-ci se dépose sous forme de lames épaisses d'un blanc soyeux tirant un peu sur le gris, douces au toucher et se ramollissant facilement entre les doigts. En répétant plusieurs fois les dissolutions de ce corps dans l'alcool, on parvient à le blanchir.

» Lorsqu'au lieu de faire un mélange de naphtaline et d'axonge à parties égales, on n'emploie que 1 du premier corps et 2 du second, la décomposition est plus lente, il y a également formation d'acide naphtoléique et de bicarbure, mais il reste une portion de graisse non décomposée, mais moins oxygénée et beaucoup plus solide.

» Avec le *suif,* les résultats sont les mêmes, mais un peu plus longs à obtenir; avec le *suif d'os,* idem; avec les *huiles,* mêmes résultats; le bicar-

bure obtenu est demi fluide avec les huiles non siccatives, et de la consistance d'un savon résineux avec les huiles siccatives. Leur point de fusion varie également de 80° à 150°. Tous ces carbures varient peu dans leur composition.

» Quant à la composition de l'acide naphtoléique, la moyenne de plusieurs analyses m'a donné :

Carbone........	65,650
Hydrogène......	14,220
Oxygène........	20,130
	100,000

» L'acide naphtoléique est demi fluide, jaunâtre et transparent, d'une odeur empyreumatique qui rappelle celle de la naphtaline brute; il brûle à la manière des huiles ordinaires; il rougit le papier de tournesol, saponifie les bases alcalines et forme des naphtoléates insolubles avec la baryte, la strontiane, la chaux, l'oxyde de plomb, l'oxyde de cuivre et l'oxyde d'argent. Ces sels sont incristallisables.

» Chauffé, l'acide naphtoléique devient tout à fait fluide à 20° centigr. et se réduit en vapeur d'une odeur âcre et rance à 75° centigr., en se décomposant en partie; à une température voisine du rouge obscur, il s'enflamme spontanément en laissant un léger résidu de charbon. »

La deuxième partie de la Note de M. Rossignon est relative à l'existence de l'*Asparamide* dans le suc de betteraves.

Une troisième partie enfin a pour objet des recherches chimiques relatives au *Bouillon blanc* (*Verbascum*), plante dans laquelle l'auteur a découvert le nitrate d'ammoniaque en quantité très-considérable.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la valeur d'application de la solution d'un problème de géométrie, lorsque les inconnues y prennent des formes imaginaires; par* M. **Marie.**

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville.)

M. **Reville** adresse du Havre une Note sur l'*emploi des tissus de coton pour la voilure des navires.*

A cette Note M. Reville a joint : 1° une copie des attestations délivrées par des marins qui ont fait l'essai des voiles en coton; 2° la copie de deux

articles publiés à ce sujet dans le journal de l'arrondissement du Havre; 3° des échantillons neufs et usés de toile à voiles en coton.

(Commissaires, MM. Roussin, Dupin, de Freycinet.)

M. **Maréchal** soumet au jugement de l'Académie une proposition tendant à l'établissement de *mesures légales pour les surfaces planes et pour les volumes*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour l'examen de diverses communications relatives à notre système métrique.)

M. **Blehée** adresse, à l'occasion d'une communication récente de M. *Delvigne*, une réclamation de priorité relative à l'invention des *balles cylindro-coniques*.

(Renvoi à la Commission chargée de rendre compte du Mémoire de M. Delvigne.)

M. **Costa** transmet une Note imprimée en italien de M. *P. Greco*, sur la fabrication de l'*indigo* dans les environs de Reggio, et demande que ce travail devienne l'objet d'un Rapport. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

(Commission nommée pour diverses communications relatives à l'indigo extrait du *Polygonum tinctorium*.)

L'Académie reçoit des *Recherches statistiques sur l'hygiène et la mortalité de la ville de Rennes*. Le nom de l'auteur se trouve sous pli cacheté.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.)

(*Pièces de la séance du 18 avril.*)

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens** met sous les yeux de l'Académie plusieurs dessins représentant le tissu de la rate vu au microscope, dessins exécutés d'après les pré-

parations de M. Bourgery, et destinés à accompagner un travail que l'auteur doit prochainement soumettre au jugement de l'Académie, mais dont il présente par avance les principaux résultats, dans les propositions suivantes :

« 1°. La rate se compose de deux appareils différents : l'un *vésiculaire*, l'autre *glanduleux*, scindés par petits organules et partout juxtaposés, élément à élément, dans toute l'étendue de ce viscère. Le volume de la rate étant supposé divisé en six portions, l'appareil vésiculaire semble y figurer comme 3 et l'appareil glanduleux comme 2, les vaisseaux composant à peu près le dernier sixième.

» 2°. Néanmoins, si l'appareil vésiculaire a plus d'étendue, l'autre est plus compacte et plus ramassé, en sorte que l'on peut considérer leurs masses organiques fonctionnelles comme étant à peu près égales.

» 3°. Les deux appareils, vésiculaire et glanduleux, se ressemblent en ce point que chacun d'eux est formé par une chaîne sans fin des éléments qui le composent, continus entre eux dans toute l'étendue de la rate.

» 4°. L'*appareil vésiculaire*, ou la succession des vésicules, continues entre elles par leurs orifices de communication, comprend, outre les veines spléniques qui peuvent être assimilées au chapelet vésiculaire, les glandules et le champ granulo-capillaire. C'est, si l'on veut, comme une vaste poche milliloculaire, ou mieux, un long canal, incessamment replié sur lui-même, qui aurait été divisé par des étranglements vasculaires, en myriades de petites cavités, pour augmenter les surfaces. La texture des vésicules et la nature du liquide qu'elles renferment permettent de les considérer comme un *appareil d'élaboration sanguine*.

» 5°. L'*appareil glanduleux* se compose des glandes et des vaisseaux que nous avons reconnus pour appartenir au système lymphatique. Il ne se présente comme une chaîne tortueuse de trajets cloisonnés, qu'en raison de son interposition entre les ampoules vésiculaires, qui, elles-mêmes, devaient être fermées pour retenir le liquide qui s'y dépose. On peut considérer cet appareil comme une vaste glande lymphatique du volume environ du tiers de la rate, qui s'est fractionnée en petites glandes microscopiques, unies par des cordons de même substance, pour se répandre dans toute l'étendue de la rate et environner partout les vésicules, comme s'il était nécessaire que ces deux appareils fonctionnassent en commun. Cette opinion, du reste, est en quelque sorte prouvée par l'arrivée, dans les

glandes, des vaisseaux lymphatiques provenant des glandules et du champ granulo-capillaire.

» 6°. Les *vaisseaux capillaires* revêtent, dans la rate, des formes spéciales qui les distinguent des formes générales qu'on leur connaît dans l'ensemble de l'appareil circulatoire.

» 7°. Les *veines*, par les modifications de texture qu'elles éprouvent, font partie du tissu de la rate et participent à ses fonctions.

» Les *vaisseaux lymphatiques* aussi ne semblent pas seulement des canaux de transport d'un liquide, mais en même temps des organes chargés d'une élaboration.

» Nous verrons, dans la suite de ces études, les modifications de texture des vaisseaux, pour s'approprier aux organes et participer à leurs fonctions spéciales, s'étendre et presque se généraliser dans l'organisme.

» 8°. Les éléments anatomiques de la rate sont les mêmes dans tous les mammifères. Toutefois il existe, sous ce rappprt, entre l'homme et l'animal, des différences considérables que ne me paraissent pas offrir au même degré d'autres viscères, le poumon ou le rein par exemple. Il est remarquable à quel point, dans la rate humaine, tous les détails sont précis, multipliés, finis; si bien que les rates d'animaux, relativement beaucoup plus simples, ne semblent, en comparaison, que des rudiments ou des ébauches d'organisation.

» 9°. Quant à l'analogie à laquelle nous sommes amenés entre la rate et les glandes lymphatiques, si, en raison de sa structure anatomique, on peut définir la rate une vaste glande lymphatico-sanguine, d'un autre côté les glandes lymphatiques de la circulation générale, si fournies de vaisseaux sanguins, peuvent être considérées, jusqu'à un certain degré, comme des chapelets de petites rates, répandus sur divers points de l'appareil circulatoire lymphatico-sanguin. Nous verrons, en traitant de la structure intime de ces glandes, comment l'opinion de la conformité entre ces deux espèces d'organes, évidente quant à l'appareil glanduleux splénique, peut se trouver fortifiée par les analogies d'organisation des canaux intérieurs des glandes lymphatiques, avec l'appareil vésiculaire de la rate. »

M. **Bouros** écrit d'Athènes, relativement à une pluie colorée, tombée dans la nuit du 24 au 25 mars, dans les environs d'Amphissa. Un échantillon de la substance pulvérulente rougeâtre que cette eau a déposée, se trouve joint à la lettre de M. Bouros; M. Dufrénoy est invité à en faire l'examen.

Un passage de la lettre de M. Bouros est relatif à un œuf renfermant

un autre œuf, pondu par une poule qui avait déjà donné lieu à une observation semblable.

M. **Renau** écrit relativement aux causes de la *phthisie tuberculeuse*, maladie qu'il croit due à la présence d'animalcules microscopiques.

(*Pièces de la séance du* 25 *avril*.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. **Francoeur** à la place d'académicien libre qui était vacante par suite de la mort de M. *Costaz*.

M. **Omalius d'Halloy**, récemment nommé à une place de Correspondant pour la section de Minéralogie et de Géologie, adresse à l'Académie ses remercîments.

chimie. — *Examen chimique de l'huile de foie de raie* (Raia clavata et R. batis); *par* MM. **J. Girardin**, correspondant de l'Académie, *et* **F. Preissier**, professeur de chimie à Rouen.

« L'huile de foie de morue et l'huile de foie de raie sont employées, depuis fort longtemps déjà, dans le nord de l'Europe, et surtout en Belgique et en Hollande, pour le traitement des affections goutteuses et rhumatismales, des scrofules et du rachitisme. On les a aussi essayées à l'extérieur en frictions sur la peau contre la phthisie laryngée. La Société des Sciences d'Utrecht a mis au concours, en 1823, diverses questions relatives à l'huile de foie de morue et a demandé son analyse chimique.

» Le docteur Kopp, de Hanau, soupçonna le premier l'existence de l'iode dans cette dernière espèce d'huile, et Hopfer de l'Orme, pharmacien de la même ville, constata, en effet, en 1837, la vérité de cette supposition. Hausmann de Atens, dans le Oldenbourg, de son côté, et à la même époque, arriva au même résultat (1). Depuis, L. Gmelin, en 1840 (2), et W. Stein,

---

(1) *Annalen der Pharmacie*, vol. XXI, cah. 1, p. 73, et vol. XXII, cah. 11, p. 170.
(2) *Id.* vol. XXXI, cahier 3, page 321.

en 1841 (1), ont confirmé cette découverte par de nouvelles expériences, et, d'après Gmelin, l'iode existe dans l'huile de morue à l'état d'iodure de potassium. Aucun des chimistes précédents n'a, du reste, déterminé dans quelles proportions existe l'iode dans cette sorte d'huile.

» L'huile de foie de raie, qui paraît posséder les mêmes propriétés médicales que l'huile de morue, et qui lui est même préférée par plusieurs médecins de la Belgique et du nord de la France, n'a point encore été examinée chimiquement. L'occasion nous a été offerte de le faire, par notre confrère M. le docteur Vingtrinier, médecin en chef des prisons de Rouen, qui emploie cette huile dans sa pratique depuis quelques années et qui en a obtenu d'excellents effets. L'étude de cette huile nous a paru d'autant plus nécessaire, que, moins repoussante à prendre que l'huile de morue, sa substitution à celle-ci dans la pratique médicale serait un avantage réel.

» L'huile de raie que nous avons examinée, nous a été remise par le docteur Vingtrinier, qui l'a préparée, lui-même, en faisant bouillir dans l'eau le foie de la raie. L'huile vient bientôt nager à la surface de l'eau; on la décante, et on la clarifie par le repos et de nouvelles décantations.

» *Caractères de l'huile de foie de raie.* — Cette huile a une couleur d'un jaune clair; son odeur rappelle celle de l'huile de baleine ou de sardine fraîche.

» Sa densité est de 0,928; elle ne rougit pas le papier de tournesol.

» Par son exposition au contact de l'air, elle laisse déposer une matière blanche concrète. Séparée de cette matière par la filtration, l'huile claire en fournit bientôt une nouvelle quantité. Après quatre ou cinq filtrations successives, l'huile ne se trouble plus sensiblement; elle est alors devenue beaucoup plus limpide, et son odeur est moins prononcée.

» Cette matière blanche, déposée par l'huile de raie, a les mêmes caractères que celle qui se sépare des huiles de baleine du commerce. Nous nous proposons d'en faire l'étude approfondie, car, jusqu'à présent, on ignore complétement sa nature.

» L'huile de raie ne cède rien à l'eau. 100 grammes d'alcool à 89° centésim. dissolvent, à la température de +10°, $1^{gr},5$ d'huile, et le même alcool bouillant en dissout $14^{gr},5$.

» Elle est beaucoup plus soluble dans l'éther. 100 parties d'éther bouil-

---

(1) *Journal für praktische Chemie*, vol. XXI, cah. 5, page 308.

lant dissolvent 88 parties d'huile, dont la majeure partie se dépose par le refroidissement.

» Le chlore gazeux, qui colore si rapidement en brun foncé les huiles animales de baleine, de sardine, de morue, n'exerce aucune action semblable sur l'huile de raie. Celle-ci conserve sa couleur jaune, même après une demi-heure de contact avec un courant de chlore; elle garde son odeur, mais elle laisse déposer plus promptement la matière blanche concrète dont nous avons parlé plus haut.

» L'acide sulfurique concentré colore l'huile de raie en rouge clair; en agitant le mélange après un quart d'heure de contact, il acquiert une couleur violette foncée. L'huile de morue prend rapidement une teinte noire, par l'action d'un peu d'acide sulfurique froid.

» L'acide azotique ne change pas sensiblement la nuance de l'huile de raie, tandis qu'il colore en brun-orangé l'huile de morue.

» L'huile de raie clarifiée forme, avec le potasse caustique, un savon mou jaunâtre, très-soluble dans l'eau. La dissolution, traitée par l'acide tartrique, laisse surnager des acides gras solides, margarique et oléique; la liqueur filtrée retient beaucoup de glycérine et d'acide phocénique d'une odeur fort désagréable.

» Dans l'huile de foie de raie, de même que dans l'huile de morue, il existe de l'iode à l'état d'iodure de potassium; mais ce sel est en proportions plus fortes dans la première de ces huiles.

» Nous avons essayé plusieurs procédés pour isoler l'iode de ces deux huiles.

» Au moyen d'un courant de vapeur d'eau traversant l'huile pendant longtemps, il est impossible de lui enlever l'iodure qu'elle renferme.

» On n'arrive pas à un meilleur résultat en battant l'huile avec de l'alcool et laissant un contact pendant plusieurs jours. Ces faits indiquent que l'iodure est retenu par l'huile avec une grande énergie et que probablement les deux corps sont dans un état tout particulier de combinaison.

» Si l'on dissout dans l'eau le savon d'huile de raie, et qu'on le décompose par un acide, puis qu'on filtre et qu'on évapore la liqueur saline à siccité, le résidu cède à l'alcool rectifié de l'iodure de potassium en proportions très-appréciables par les réactifs.

» La méthode suivante est celle qui nous a le mieux réussi.

» 250 grammes d'huile de raie ont été saponifiés par une solution de soude caustique à 25° en excès, en faisant chauffer sans bouillir jusqu'à combinaison parfaite et en évaporant le tout jusqu'à siccité. Le savon a été

charbonné avec précaution dans un creuset fermé, et vers la fin de la carbonisation, on a ajouté assez de carbonate d'ammoniaque pour carbonater l'excès de soude caustique contenu dans le mélange. Le résidu charbonneux a été épuisé par de l'alcool à 96° bouillant, et les liqueurs alcooliques, évaporées à siccité, ont laissé un léger résidu salin, déliquescent à l'air, consistant en iodure de potassium pur.

» L'huile de raie nous a donné $0^{gr},18$ d'iodure de potassium par litre, tandis que l'huile de morue ne nous en a fourni que $0^{gr},15$.

» L'huile de morue sur laquelle nous avons agi comparativement, avait une odeur repoussante et était colorée en brun foncé. Comme de toutes les espèces d'huile de morue, c'est la plus foncée en couleur qui est la plus riche en iode, ainsi que les expériences de Hausmann et les nôtres le démontrent, on peut donc conclure de nos recherches que l'huile de raie renferme toujours plus d'iode que celle de morue, et que par conséquent on doit la préférer dans l'usage médical, d'autant plus qu'elle est infiniment moins désagréable à la vue, au goût et à l'odorat.

» Comme l'huile de raie ne contient, d'ailleurs, aucun autre principe actif différent de ceux qui constituent essentiellement les divers corps gras, il n'y a aucun doute que ce ne soit à l'iodure de potassium qu'il faille rapporter son action thérapeutique, bien que la proportion de ce sel soit très-faible. Mais la grande division de cet iodure dans la masse de l'huile, l'état particulier de combinaison dans lequel il se trouve, doivent singulièrement faciliter son absorption par les tissus, et peuvent ainsi contribuer, plus que la proportion absolue du sel, aux effets marqués que l'huile exerce sur l'économie animale. »

MÉDECINE. — *De l'usage des eaux minérales alcalines considérées par rapport aux affections calculeuses.* — Extrait d'une Lettre de M. LONGCHAMP.

« Dans un Rapport qui a été fait récemment à l'Académie sur des *communications relatives à des concrétions urinaires*, MM. les Commissaires paraissent croire avec plusieurs chimistes, et avec M. Leroy d'Étiolles, « que par le régime alcalin les phosphates terreux tenus en dissolution dans l'urine à la faveur des acides libres qu'elle renferme, doivent se précipiter par la neutralisation de ceux-ci, et donner parfois naissance à des calculs de phosphate et de carbonate de chaux et de magnésie » (page 345). C'est contre cette assertion, bien faite pour effrayer les malades auxquels on pres-

crit l'usage des eaux alcalines, que je crois devoir m'élever aujourd'hui.

» Depuis plus de deux siècles que les eaux de Vichy sont en grand renom, pourquoi n'aurait-on pas signalé quelques exemples des mauvais effets qu'on les suppose capables de produire ? On n'en cite point cependant, et rien ne vient justifier les craintes que l'on témoigne.

» Mais je dis que, bien loin de favoriser jamais la formation d'un calcul de phosphate de chaux, une dissolution de bicarbonate de soude contenant de plus de l'acide libre, en opérera plus ou moins la dissolution dans un temps donné; mais il est évident qu'il faut du temps et beaucoup de temps, car l'action est lente; je dis, de plus, que la dissolution sera plus ou moins complète, car le calcul ne contient pas seulement du phosphate de chaux, mais encore une matière animale qui en lie les molécules, et sur laquelle le sel alcalin n'a aucune action. Peut-être serait-il nécessaire de faire pendant quelques jours, après une certaine période, des injections d'acide phosphorique: outre que ce corps dissoudra parfaitement la matière animale, puisqu'il était primitivement son dissolvant, les parois de la vessie sont accoutumées à son action.

» L'usage séculaire des eaux alcalines ne justifie pas les craintes émises, et je pense que la chimie ne les justifie pas davantage. Si dans une dissolution de sous-phosphate de soude qui a une réaction alcaline, on verse un peu en excès une dissolution neutre d'un sel calcaire, on a une eau surnageante qui non-seulement n'a plus la réaction alcaline, mais qui, au contraire, a une réaction acide. Cela tient à ce que le phosphate de chaux a une tendance à se partager en un sel basique qui est insoluble, et en un sel acide qui est soluble; et cette tendance à la formation du sel acide est tellement forte, que les eaux de lavage sont toujours acides, jusqu'à ce qu'enfin la masse prépondérante de la base finisse par s'opposer à un nouveau partage : c'est ce que j'ai prouvé dans mon travail de 1823. Or, quelle conclusion faut-il tirer de ce fait ? C'est qu'il est impossible qu'un bicarbonate alcalin, contenant de plus un excès d'acide carbonique libre, puisse jamais précipiter la minime quantité de phosphate acide de chaux que contient l'urine; car l'acide carbonique libre s'opposerait toujours à la formation d'un sous-phosphate de chaux insoluble. Et d'ailleurs, dans quel état du corps prend-on les eaux ? C'est le matin, après avoir évacué les urines qui ont été sécrétées pendant la nuit; c'est à jeun, et par conséquent ce n'est pas l'urine de la digestion qui arrive dans la vessie, mais bien l'urine de la boisson, qui ne contient pas d'une manière sensible les matières qui se trouvent dans l'urine de la digestion; et quand le sel alcalin

est passé dans la circulation, alors l'urine n'est plus acide, et par conséquent le bicarbonate ne peut pas décomposer un sel qui n'existe pas. »

M. **Pelouze** fait remarquer que l'argumentation de M. Longchamp repose sur la supposition que le bicarbonate de soude passe dans les urines sans se décomposer, ce qui n'est pas conforme aux résultats de l'observation.

CHIMIE. — *Nouvelles recherches cristallographiques sur les oxalates.* — Extrait d'une Lettre de M. **de la Provostaye.**

« Bien qu'il soit établi par plusieurs analyses, et récemment encore par celles de M. Graham, que les divers oxalates de potasse et d'ammoniaque ont la même composition et renferment la même quantité d'eau, les quadroxalates correspondants présentent seuls la même forme cristalline. C'est une particularité digne de remarque que je me contente de signaler ici.

» Le bioxalate de potasse d'une part, et d'autre part l'oxalate double de potasse et de cuivre à deux atomes d'eau, sont, d'après M. Graham, constitués de telle manière que, dans le second, l'oxalate de cuivre remplace l'oxalate d'eau du premier. L'eau et le cuivre, dans cette circonstance comme dans plusieurs autres, paraissent donc chimiquement isomorphes. L'examen de ces deux substances m'a prouvé qu'elles ne possèdent pas l'isomorphisme cristallographique. »

M. **Leclerc** adresse un très-bel échantillon d'une coquille fossile (*Podopsis truncata*) provenant du terrain crétacé de la rive droite de la Loire, et trouvée un peu au-dessous de la ville de Tours.

M. **Bergsma** écrit relativement à quelques expériences qu'il a faites sur l'homme et sur des animaux, relativement à l'emploi, comme aliment, de la *gélatine extraite des os.*

M. **Delhomme**, à l'occasion de la communication récente de M. *Breguet* sur un appareil destiné à donner un mouvement de rotation très-rapide, présente des considérations sur l'emploi qu'on pourrait faire, suivant lui, dans le même but, de l'*engrenage naturel.*

M. **Lapie** écrit relativement à un *serpent* qu'on aurait vu tetant une chèvre.

M. **Peltier** adresse un paquet cacheté.
L'Académie en accepte le dépôt.

A quatre heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATUM. (Séance du 18 avril 1842.)

Page 585, dernière ligne, *au lieu de* Tables pour servir au calcul du jour de Pâques, *lisez* pour connaître la date d'une nouvelle lune d'un mois quelconque et d'une année passée ou future.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 16, in-4°.

Société royale et centrale d'Agriculture.—Rapport sur le projet de colonisation de l'Algérie, ou des fermes du petit Atlas de M. l'abbé LANDMANN, curé de Constantine; *par* M. le vicomte HÉRICART DE THURY; in-8°.

Statistique minéralogique et géologique du département des Ardennes; par MM. SAUVAGE et BUVIGNIER; Mézières, 1842, in-8°.

L'Hydropathie, méthode rationnelle de Traitement par la sueur, l'eau froide, le régime et l'exercice; par M. le docteur BALDOU; 1841, in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XIV, mars et avril 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; avril 1842; in-8°.

L'ami des Sourds-Muets; janvier et février 1842, in-8°.

Revue de l'Instruction publique en France et dans les pays étrangers; première année, n° 1 à 4, in-4°.

Pièces relatives aux nouvelles Toiles à voile en coton de la fabrique rouennaise de MM. DE LAROCHE *et* LELONG; brochure in-4°.

Bibliothèque universelle de Genève; février 1842, in-8°.

Monotremata... *Les Monotrêmes; par* M. R. OWEN. (Extrait du *Cyclopædia of Anatomy and Physiology.*) Londres, 1842, in-8°.

Marsupialia.... *Les Marsupiaux; par* le même. (Extrait du même ouvrage.) In-8°.

Report on British.... *Rapport sur les Reptiles fossiles de la Grande-Bretagne; par* le même. (Extrait du *Rapport fait à la Société Britannique pour l'avancement des Sciences pour l'année* 1841.) Londres, 1841, in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 446; in-4°.

Sulla coltura.... *Sur la culture de l'Indigo ferra argentea, et sur l'extraction de l'Indigo; par* M. GRECO; Reggio, 1840, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 17.
Gazette des Hôpitaux; n° 47 à 49.
L'Écho du Monde savant; n°s 722 et 723.
L'Expérience, journal de Médecine; n° 251.
L'Examinateur médical; tome XI; n° 17.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 3 MAI 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Recherches sur la composition du sang de quelques animaux domestiques, dans l'état de santé et de maladie; par* MM. ANDRAL, GAVARRET *et* DELAFOND. (Extrait par les auteurs.)

(Commission précédemment nommée.)

« Ce Mémoire a pour but d'exposer quelles sont, dans le sang de quelques espèces d'animaux, à l'état de santé ou de maladie, les proportions diverses de la fibrine, des globules, des matériaux solides du sérum, et de l'eau. Il est la continuation du travail sur le sang de l'homme publié en 1840 par MM. Andral et Gavarret.

» Les auteurs établissent, comme conséquence de leurs recherches, que les chiffres qui représentent, dans le sang des animaux, l'état normal de la fibrine et des autres principes ci-dessus nommés, diffèrent sensiblement d'une espèce à une autre.

» Ainsi la fibrine a donné sept moyennes différentes, comprises entre les chiffres 2,1 et 4,6.

» La moyenne de fibrine a été

Chez les jeunes porcs (race anglaise)		4,6,
Chez les chevaux entiers		4,0,
Chez les bêtes bovines		3,7,
Chez les bêtes ovines..	espèce mérine	3,0,
	espèce anglaise, race Dishley	2,6,
Chez les chèvres		3,0,
Chez les chiens		2,1,

» Ainsi, pour la fibrine, l'homme tient à peu près le milieu entre les animaux qui possèdent beaucoup de fibrine dans leur sang, et ceux qui en ont peu. Chez ces animaux on trouve, pour l'état physiologique, des maxima et des minima de fibrine qui, chez l'homme, ne se rencontrent que dans l'état de maladie. Ainsi, la santé du cheval est compatible avec un sang qui contient 5 en fibrine, et celle du chien l'est avec un sang qui ne fournit plus que 1,6 de ce principe.

» On ne saurait juger de la quantité des globules contenus dans le sang d'un animal par celle de la fibrine qu'il possède; ces deux éléments, relativement à leur quantité, restent en effet dans une complète indépendance l'un de l'autre. Les animaux qui ont le plus de fibrine ne sont pas ceux qui ont le plus de globules, *et vice versa*.

» Ainsi la moyenne des globules a été

Chez les chiens		148,
Chez les porcs		105,
Chez des chevaux de trait		104,
Chez des chevaux de poste		101,
Chez les chèvres		101,
Chez les bêtes ovines..	espèce mérine	101,
	espèce anglaise, race Dishley..	95,
Chez les vaches		101,
Chez les bœufs		97.

» Il n'y a donc que le chien dont le sang contienne plus de globules que celui de l'homme; tous les autres animaux lui sont inférieurs sous ce rapport.

» La force de la constitution entraîne chez les différents individus d'une même espèce une augmentation très-appréciable du chiffre des globules.

» En améliorant les races par le croisement, on fait augmenter dans le sang le chiffre des globules.

» En analysant le sang de très-jeunes agneaux, les auteurs ont trouvé que ce sang était remarquable par la petite quantité de sa fibrine, et par la surabondance de ses globules : ils ont vu, au bout de la quatre-vingt-seizième heure après la naissance, la fibrine s'élever rapidement au chiffre qui représente sa moyenne à un âge plus avancé.

» L'analyse comparative du sang de brebis et de vaches pendant la gestation d'une part, et après la mise bas d'autre part, au moment où existe la fièvre de lait, montre que, dans les derniers temps de la gestation, la fibrine et les globules s'abaissent au-dessous de leur moyenne physiologique, tandis qu'au contraire ces principes augmentent de quantité après la mise bas. L'accroissement de la fibrine a été plus considérable chez les vaches qui ont eu une fièvre de lait plus prononcée que les brebis.

» La moyenne des matériaux solides a varié, chez les différentes espèces, de 75 à 92, et celle de l'eau de 774 à 813.

» Une fois ces différents faits physiologiques bien connus, on peut aborder, sans chances d'erreur, l'étude des faits pathologiques.

» En analysant le sang de divers animaux atteints de phlegmasies aiguës très-variées, les auteurs ont retrouvé constamment la loi de l'augmentation de la fibrine, constatée chez l'homme. Cette augmentation a même été, dans certains cas, plus considérable que chez l'homme, 13 une fois chez une vache, 12 une autre fois chez un mouton.

» Mais la maladie qui a été l'objet le plus spécial des recherches consignées dans ce Mémoire est la maladie connue sous le nom de cachexie aqueuse, ou de pourriture des moutons.

» Dans cette maladie, le sang s'est trouvé modifié de la manière suivante :

» La fibrine avait conservé son chiffre normal; les globules avaient subi une diminution des plus remarquables, étant descendus jusqu'aux chiffres 30, 25, 14. Les matériaux solides du sérum, et par conséquent l'albumine, qui en fait la plus grande partie, avaient également diminué de quantité. L'eau s'était considérablement accrue. Les auteurs ont constaté 930 parties en eau sur 1,000 parties de sang.

» La cachexie aqueuse chez les moutons et l'albuminurie chez l'homme sont les deux seuls cas pathologiques dans lesquels on voie s'abaisser d'une manière aussi notable le chiffre de l'albumine du sérum. Cependant les moutons atteints de pourriture n'ont pas d'albumine dans l'urine; mais ils ont des milliers de douves dans le foie et des hydatides dans les poumons.

» L'existence de cette maladie, même un à haut degré, n'empêche pas les moutons d'être pris de phlegmasies aiguës très-caractérisées; si alors on examine leur sang, on trouve que leurs globules sont restés à leur chiffre inférieur; mais la fibrine s'est accrue, et, nonobstant la faiblesse générale des animaux et l'extrême appauvrissement de leur sang, on voit ce principe s'élever, comme si l'état phlegmasique était survenu dans toute autre circonstance. Du reste, les auteurs ont vu des inflammations aiguës atteindre des chevaux qu'ils avaient très-abondamment saignés au point d'abaisser les globules aux chiffres 48 et 38, et chez ces animaux l'invasion de l'inflammation ne se marquait pas moins par une augmentation subite du chiffre de la fibrine, comme si leur sang eût encore conservé sa composition normale. »

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur les Edwardsies* (Edwardsia A. de Q.), *nouveau genre de la famille des Actinies; par* M. A. DE QUATREFAGES. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Blainville, Isidore Geoffroy, Milne Edwards.)

« Les Actinies qui font le sujet de ce travail ont été trouvées par M. de Quatrefages dans les îles de Chausey, qui forment un petit archipel situé dans la Manche, en face de Granville. L'auteur a dédié ce nouveau genre à M. Milne Edwards, qui avait déjà visité cette localité, et y avait fait, en commun avec M. Audouin, des travaux bien connus des naturalistes. Voici la caractéristique du genre proposé par M. de Quatrefages :

» *G. Edwardsie* (Edwardsia): *corps libre, vermiforme; partie moyenne couverte d'un épiderme plus ou moins épais et opaque; partie antérieure portant les tentacules, translucide; partie postérieure entièrement transparente, arrondie, terminée par un pied à peine marqué; toutes deux exsertiles et rétractiles.*

» *Tube digestif droit, maintenu par des brides mésentériques interrompues, s'ouvrant largement en arrière dans la cavité abdominale; formé de deux parties distinctes, dont la postérieure renferme huit replis ou demi-cloisons auxquelles sont attachés les ovaires; cloisons se prolongeant jusque dans la partie postérieure du corps.*

» Le Mémoire de M. de Quatrefages est divisé en trois parties : la première renferme la description et l'histoire naturelle des Edwardsies, dont l'auteur décrit trois espèces auxquelles il donne le nom de *E. de Beautemps*, *E. timide* et *E. de Harrasse*. Toutes trois ont été trouvées à Chausey, où

elles vivent dans les sables vaseux, entièrement libres, et jouissant d'un mode de locomotion analogue à celui des Siponcles, avec lesquels il est d'ailleurs facile de les confondre au premier coup d'œil. M. de Quatrefages les a conservées longtemps vivantes dans l'eau de mer, et il a remarqué, à cette occasion, que ces zoophytes, loin de vicier rapidement le liquide où ils vivent, comme certaines Actinies et les Acalèphes, semblent au contraire entretenir sa pureté, à la manière des végétaux. Pendant près d'un mois M. de Quatrefages a conservé plusieurs de ces animaux, il a observé chez quelques-uns une véritable mue qui s'étendait à toutes les parties du corps. L'auteur entre ensuite dans de nombreux détails sur leur manière de vivre, de se mouvoir par reptation; sur les essais qu'il a faits pour s'assurer du développement plus ou moins considérable de leur sensibilité et de leur impressionnabilité par les sons, la lumière. En parlant de la contractilité externe de leurs tissus, il indique l'empoisonnement par l'opium comme propre à la diminuer, et à favoriser par conséquent les recherches anatomiques.

» La seconde partie traite de l'anatomie et de la physiologie de ces zoophytes; l'auteur y passe successivement en revue : 1° les téguments; 2° le tronc; 3° les organes de la digestion; 4° ceux de la génération; 5° enfin l'appareil respiratoire.

» Dans la troisième partie de son travail, M. de Quatrefages examine les affinités zoologiques des Edwardsies, et signale quelques considérations générales qui ressortent de l'étude qu'il a faite tant de ces Actiniaires que de la Synapte de Duvernoy. Il discute les rapports plus ou moins éloignés qui rattachent les Edwardsies aux Siponcles, aux Holothuries par l'intermédiaire des Synaptes, et s'attache à prouver qu'elles sont un véritable intermédiaire entre les Actinies vraies et les Alcyoniens.

» M. de Quatrefages n'a trouvé dans les Edwardsies ni système nerveux ni appareil circulatoire.

» Le tissu musculaire des Edwardsies, dit en terminant l'auteur, m'a présenté les mêmes faits de dégradation progressive déjà signalés dans mon Mémoire sur la Synapte. Des tissus où je ne distinguais aucune fibre, m'ont également montré une contractilité qui rappelle celle des muscles. Le faible diamètre des fibres musculaires et le peu d'épaisseur des muscles m'a permis d'observer à plusieurs reprises le phénomène de la contraction sous de forts grossissements. Je me suis convaincu que dans un muscle qui se contractait, toutes les fibres n'entrent pas en jeu simultanément, et que celles qui demeurent inactives se plissent en zig-

zag, à cause du raccourcissement des fibres voisines. J'ai vu le nombre des fibres qui se contractent diminuer peu à peu à mesure que la vitalité des parties s'affaiblit. J'ai aussi constaté que la fibre élémentaire ne se contracte pas à la fois dans toute son étendue. . Pendant que je faisais ces observations à Chausey, M. Bauman faisait connaître des faits analogues qu'il avait observés chez des animaux très-différents. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre du Commerce**, qui a déjà, à plusieurs reprises, adressé à l'Académie divers documents relatifs à la question de la *contagion de la peste* et à la *durée d'incubation de cette maladie*, transmet aujourd'hui copie d'un Rapport fait au magistrat de santé d'Alexandrie, par M. *Grassi*, médecin en chef du lazaret de cette ville, sur la peste qui a régné l'an dernier en Égypte.

(Renvoi à la Commission nommée pour l'examen des communications relatives aux maladies réputées contagieuses.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur le règlement des tiroirs dans les machines à vapeur; par* M. **Clapeyron.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Coriolis, Poncelet, Piobert.)

« Les constructeurs de machines à vapeur ont reconnu depuis longtemps qu'il est utile de faire en sorte que l'ouverture de la lumière d'introduction et de celle d'échappement, au lieu de s'effectuer au moment précis où le piston atteint l'extrémité de sa course, précède ce moment d'une petite quantité; on obtient ce résultat à l'aide d'une légère modification dans la disposition des tiroirs. On a remarqué également que cette disposition a pour effet d'interrompre l'ouverture de la lumière d'introduction de l'autre côté du piston avant la fin de la course, et par conséquent de produire une détente. Jusque dans ces derniers temps, on attachait peu d'importance à ce dernier fait, la détente n'avait lieu que dans une faible proportion et n'était envisagée que comme une suite nécessaire de la disposition destinée à remplir le but principal énoncé plus haut.

» Le but de l'auteur est de développer l'importance de cette dernière circonstance, regardée, jusque dans ces derniers temps, comme tout à fait

secondaire, et dont on n'avait tiré aucun parti faute de pousser assez loin l'expansion de la vapeur; il fait voir que, par de simples modifications de l'appareil ordinaire, on peut satisfaire aux trois conditions suivantes :

» 1°. Que l'introduction de la vapeur précède la fin de la course du piston d'une quantité donnée;

» 2°. Que l'évacuation de la vapeur précède la fin de la course d'une quantité plus grande aussi déterminée;

» 3°. Que la détente de la vapeur commence en un point donné de la course du piston.

» Il indique une construction géométrique à l'aide de laquelle on détermine d'une manière très-simple les dimensions du tiroir et la position de l'excentrique qui satisfont à cette triple condition. Il arrive alors que la lumière d'échappement se ferme avant la fin de la course du piston, en sorte que la vapeur, à la pression atmosphérique, renfermée entre le piston et le tiroir se comprime, et peut atteindre une pression très-considérable en absorbant une quantité notable de travail mécanique. Cette compression est d'autant plus grande que la détente est poussée plus loin et paraît au premier abord devoir réduire beaucoup le bon effet qu'on en pourrait attendre; l'auteur fait voir que, pour parer à cet inconvénient, il suffit d'accroître le volume compris entre les tiroirs et le piston à fin de course, de façon à ce que la vapeur comprimée atteigne une pression égale à celle de la chaudière au moment où la communication s'ouvre avec celle-ci.

» Cette disposition a été appliquée par l'auteur du Mémoire, au commencement de l'année 1840, à une des machines du chemin de fer de Saint-Germain et de Versailles. Il cite des expériences dans lesquelles cette machine, avec une consommation à peine égale à celle des machines anglaises les plus fortes, a traîné avec la même vitesse, sur le chemin de fer de Versailles, un poids de 50 p. % supérieur à la charge de celles-ci. Cette machine, mise depuis cette époque en service régulier, a conservé sa supériorité.

» Cette manière nouvelle d'utiliser l'expansion de la vapeur, pour laquelle l'auteur réclame la priorité, a l'avantage de n'exiger aucun mécanisme spécial; elle s'est répandue en Angleterre depuis quelque temps, et l'auteur pense que son utilité peut être regardée comme un fait définitivement acquis à la pratique. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ondes successives; par* M. P.-H. BLANCHET.
(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Cauchy, Sturm, Liouville, Duhamel.)

« *Résumé.* — Si une certaine portion d'un milieu élastique, homogène, indéfini, cristallisé d'une manière quelconque, est soumise à l'action d'une force accélératrice incessamment agissante, le mouvement se propage, en tous sens, autour du lieu de l'action de la force accélératrice, et, avec le temps, atteint successivement tous les points de l'espace.

» A une distance suffisamment grande, le mouvement, en chaque point, est la résultante statique des mouvements qu'y amènent trois systèmes partiels d'ondes successives *dont les vitesses de propagation sont différentes.*

» Dans chacun de ces systèmes, les déplacements et les vitesses des molécules sont polarisés, suivant des directions variables avec celles des rayons vecteurs, menés d'un même point pris pour origine dans la partie de l'espace agitée par la force accélératrice.

» Chacune des propagations partielles se fait comme si le mouvement glissait en quelque sorte tout d'une pièce dans les différentes directions pendant que les déplacements et les vitesses des molécules varieraient en raison inverse des distances à l'origine.

» Ce mouvement reste pour ainsi dire semblable à lui-même sur certaines surfaces concentriques et semblables entre elles, qui doivent être considérées comme les surfaces des ondes.

» La partie de l'espace agitée entre deux de ces surfaces très-voisines constitue l'onde élémentaire. L'épaisseur proprement dite des ondes ne peut être bien définie que dans le cas où la force accélératrice est périodique par rapport au temps.

» Tant de systèmes qu'on voudra de cette nature, autour de divers points de l'espace, peuvent coexister simultanément.

» Enfin les ondes dues à un ébranlement initial quelconque peuvent aussi se superposer et se composer statiquement avec les précédentes. Ces deux derniers résultats pouvaient être prévus, comme conséquences des lois générales données par M. Duhamel. »

MICROGRAPHIE. — *Recherches anatomiques sur une plante cryptogame qui constitue le vrai muguet des enfants.* — Extrait d'une Note de M. GRUBY.

(Commission déjà nommée pour les cryptogames de la teigne.)

« La plupart des pathologistes voient dans le muguet une production

pseudo-membraneuse consécutive à une inflammation idiopathique ; pour d'autres, cependant, c'est une inflammation symptomatique. Si l'on n'est pas d'accord, au reste, sur la nature de la maladie, on ne l'est pas davantage en ce qui a rapport à son mode de transmission : quelques médecins la considèrent comme contagieuse, tandis que d'autres nient formellement qu'elle le soit.

» Le muguet se présente sous la forme de masses blanches recouvrant toute la membrane muqueuse buccale, s'étendant quelquefois dans le pharynx, l'œsophage, l'estomac et l'intestin grêle. Le début de la maladie est caractérisé par des petites élévations coniques, blanchâtres, de 0,25 millimètre de diamètre, dispersées sur la muqueuse buccale ; ces élévations, bientôt après, ne tardent pas à s'agrandir, et s'étendent rapidement sous la forme d'une pseudo-membrane adhérant fortement au tissu sous-jacent, ayant de 2 jusqu'à 3 millimètres d'épaisseur, et recouvrant quelquefois toute l'étendue du canal digestif.

» Une parcelle de cette substance étant soumise au microscope, on voit qu'elle se compose uniquement d'un amas de plantes cryptogames. Pour bien étudier les caractères de ces végétaux et apercevoir leurs rapports avec le tissu sur lequel ils naissent, il faut observer un des cônes isolés qui se montrent au début de la maladie. Chacun de ces cônes se compose d'une multitude d'individus pourvus chacun de racines, de branches et de sporules.

» Les racines s'implantent dans les cellules de l'épithélium ; elles sont cylindriques, transparentes, de $\frac{1}{400}$ de millimètre de diamètre environ ; en se développant, elles perforent toute la série des cellules qui composent l'épithélium, pour arriver à la surface libre de la membrane muqueuse.

» Les tiges, qui naissent de la surface de l'épithélium, sont également transparentes, divisées de distance en distance par des cloisons, et renferment dans leur intérieur des corpuscules ; elles sont cylindriques, droites, de $\frac{1}{4}$ de millimètre de longueur et de $\frac{1}{400}$ de millimètre de largeur ; les tiges se divisent en branches qui se subdivisent elles-mêmes en se bifurquant sous un angle aigu. Ces rameaux sont composés de cellules oblongues très-distinctes, renfermant un, deux ou trois noyaux ronds et transparents ; leurs parties latérales offrent çà et là des sporules, et leur extrémité en offre surtout un très-grand nombre. Le diamètre de ces sporules est de $\frac{1}{200}$ à $\frac{1}{500}$ de millimètre.

» Ces cryptogames ont beaucoup d'analogie avec les sporotrichium, décrits par quelques botanistes.

» Comme ils sont très-fragiles, ils se détachent par suite des mouvements qu'exécutent les organes tapissés par la muqueuse buccale, et se mêlant aux aliments, ils sont ainsi portés dans le canal digestif dont ils finissent souvent par recouvrer une grande étendue; les enfants chez lesquels cette extension du mal est considérable, tombent dans le marasme et ne tardent pas à succomber. Comme nous n'avons trouvé constamment dans la substance blanche du muguet que les végétaux et les cellules de l'épithélium et aucune production d'inflammation, nous croyons être en droit de conclure que le muguet n'est autre chose qu'une plante cryptogame végétant sur la membrane muqueuse vivante.

» Ces cryptogames offrent une grande analogie avec les mycodermes de la teigne faveuse, mais ils en diffèrent par les caractères suivants:

» 1°. Les mycodermes de la teigne faveuse sont contenus dans des capsules propres; les cryptogames du muguet, au contraire, se développent sur la surface de l'epithélium et n'ont pas de capsules;

» 2°. Dans les mycodermes, les branches en chapelet se transforment en sporules, tandis que dans le muguet les sporules prennent naissance sur les côtés des branches;

» 3°. Les cellules des mycodermes ne sont pas bien développées et n'offrent pas de noyaux intérieurs; au contraire les cellules de muguet ont des noyaux très-distincts;

» 4°. Les branches des mycodermes sont courbées, tandis que celles de muguet sont rectilignes;

» 5°. Les branches des mycodermes n'ont pas de cellules dans l'endroit où elles sortent des tiges, tandis que celles du muguet en présentent.

» Exposés à l'air atmosphérique, les cryptogames se dessèchent, leurs cellules deviennent un peu rugueuses et plus transparentes; en les desséchant avec l'épithélium dans lequel ils se sont développés, on peut suivre les racines jusqu'à leur extrémité; dans l'eau ils se gonflent; dans le lait ils peuvent être conservés comme dans l'eau, sans d'ailleurs se développer davantage; par la macération dans l'eau ils ne se changent pas; après la mort de l'individu ces végétaux ne changent pas de nature jusqu'au temps où les infusoires se développant les détruisent peu à peu. »

CHIMIE. — *Rectification du nombre proportionnel du zinc; par* M. V.-A. JACQUELAIN. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Dumas, Regnault.)

« Les mines de zinc oxydé silicifère et de zinc carbonaté sont les plus

répandues et les plus abondantes, en même temps qu'elles partagent le même gisement et semblent appartenir à toutes les formations. Ces deux espèces minéralogiques, le plus communément exploitées, se trouvent ordinairement accompagnées de sulfures de zinc, de fer, de cuivre, d'argent; d'oxydes de fer, de manganèse. Mais par cette raison que la réduction des minerais de zinc opérée soit dans les creusets, soit dans les cylindres, résulte d'une réaction chimique entre la calamine grillée, le charbon de bois, le sel marin et souvent même une petite quantité de potasse introduite à dessein, j'ai dû soupçonner d'abord dans le zinc du commerce l'existence du fer, du plomb, du cuivre, du cadmium, de l'étain, de l'arsenic, du soufre et peut-être aussi du potassium ou du sodium, soit à cause de la volatilité de quelques-uns de ces corps, soit à cause du transport mécanique de quelque autre, soit enfin par suite de l'action simultanée du zinc et du charbon à une température élevée sur le silicate de potasse et de soude, qui peuvent se produire en cette circonstance. Ceci posé, voici la description des expériences analytiques.

» I. On a traité 36 grammes de zinc ordinaire par de l'acide sulfurique affaibli et purifié par le soufre; la réaction étant terminée, on a étendu la solution d'un litre d'eau distillée, afin de la précipiter par un léger excès d'hydrosulfate d'ammoniaque.

» Après un certain nombre de décantations, toutes les liqueurs de lavage réunies ont été soumises d'abord à la concentration dans une capsule de porcelaine, puis acidifiées successivement par de l'eau régale, de l'acide chlorhydrique, jusqu'à disparition d'acide azotique, et enfin évaporées à siccité dans un vase de platine.

» Élevant alors suffisamment la température pour volatiliser et décomposer tous les sels ammoniacaux, il n'est resté au fond du vase que des traces de sulfate de chaux provenant des huit à dix litres d'eau distillée employée au lavage.

» J'ai poussé la précaution jusqu'à essayer isolément par évaporation à siccité, de l'acide sulfurique, de l'hydrosulfate d'ammoniaque et de l'eau distillée en quantités égales à celles dont je m'étais servi pour cette expérience. Aucun réactif n'a pu décéler dans le résidu la présence de la moindre quantité de potasse.

» II. 100 grammes de zinc étant attaqués par de l'acide sulfurique pur, on a encore étendu la solution d'un litre d'eau, laissant alors déposer l'alliage de plomb, fer et carbone, jusqu'à limpidité parfaite du liquide surnageant; on a siphoné.

» III. Dès que l'alliage fut complétement lavé, on l'a dissous dans de l'eau régale, car l'acide azotique l'oxyde difficilement. Évaporant ensuite à siccité les deux chlorures, reprenant par l'eau et précipitant par le sulfate de soude, on a dosé le plomb à l'état de sulfate dès que celui-ci fut bien exempt de sulfate de soude et de chlorure de fer. On a obtenu 1,005 sulfate de plomb = 0,685 plomb métallique.

» J'ai essayé l'action d'un courant d'acide sulfhydrique sur la dissolution de sulfate de zinc qu'on avait mise à part, mais elle est restée incolore et transparente.

» Il ne s'était donc pas formé de traces de sulfate de plomb, ce qui peut arriver quand l'acide sulfurique contient de l'acide azotique.

» IV. Il n'existait donc pas non plus de cadmium dans le zinc analysé.

» V. Pour m'assurer que l'alliage de plomb, fer et carbone, ne renfermait ni étain, ni cuivre, j'ai redissous 100 grammes de zinc afin de recueillir comme précédemment l'alliage insoluble et de le convertir en chlorures, puis en azotates par un excès d'acide azotique.

» Évaporant alors à siccité, il s'en est suivi un résidu entièrement soluble dans l'eau; précipitant cette solution par l'ammoniaque, chauffant pour chasser l'excès d'alcali, filtrant pour séparer les oxydes de plomb, de fer, puis évaporant à sec et décomposant le nitrate d'ammoniaque, il n'est rien resté au fond du vase. Il n'y avait donc ni cuivre ni étain dans l'alliage de fer et plomb mentionné plus haut.

» VI. Restait donc à découvrir le soufre et l'arsenic: j'ai converti 100 gr. de zinc en chlorure par l'eau régale, puis j'ai versé dans ce chlorure étendu d'eau, un peu de chlorure de barium. Aucune trace de sulfate de baryte n'ayant apparu, j'en ai conclu que le zinc était exempt de soufre.

» Quant à l'arsenic j'ai déjà fait connaître dans mon premier Mémoire son absence par l'emploi de l'appareil laveur rempli de chlorure d'or destiné à l'épuration par lavage du gaz hydrogène provenant de $75^{gr},69$ de zinc traité par de l'acide sulfurique tout à fait pur.

» VII. Cet ensemble d'épreuves auxquelles j'ai soumis le zinc, révèle donc avec une grande approximation sa composition, à l'exclusion du carbone. Pour terminer cette analyse, je distillai 100 gram. de zinc dans un courant d'hydrogène pur et desséché.

» Cette expérience fut suivie d'un plein succès, car du premier coup j'obtins un résidu composé de la même quantité de fer trouvée par voie humide, d'une faible dose de carbone, et d'une proportion un peu moindre

de plomb ; cela se conçoit eu égard à la volatilité de ce dernier dans un courant de gaz.

» Désirant faire servir ce résidu à l'analyse quantitative du fer et du carbone, j'ai porté la nacelle qui le renfermait dans un tube en porcelaine, muni à l'une de ses extrémités d'une cornue à chlorate en fusion, et terminé à l'autre par un appareil destiné à la condensation de l'acide carbonique et de l'eau empruntée à la solution de potasse par le gaz oxygène excédant.

» En définitive on a retiré :

Acide carbonique	0,018	= 0,0036 carbone.
Fer	0,142	
Plomb	0,429	

» En soumettant à une deuxième distillation le zinc provenant de cette première opération, j'ai pu m'en procurer qui ne renfermait plus que $\frac{12}{1,000,000}$ de plomb. En effet, 33,5 de ce zinc ont fourni 0,006 sulfate de plomb, c'est-à-dire 0,0042 de plomb. Dans cet état de pureté, il faut 24 h. pour attaquer à froid 6 grammes de zinc par l'acide sulfurique.

» Récapitulation faite, le zinc dont je me suis servi pour toutes mes expériences contient :

Carbone	0,003
Fer	0,142
Plomb	0,685
Zinc	99,190
	100,000

Comme produit d'industrie, c'est un métal d'une grande pureté.

» En parlant de la purification du zinc, je n'ai fait qu'énoncer le principe d'une opération ; je reviens à dessein sur les détails, parce qu'indépendamment de sa facilité d'exécution, cette expérience peut rendre quelques services à la chimie de précision. C'est ainsi que j'ai préparé d'autres métaux purs, entre autres du cadmium, du bismuth, de l'antimoine et du plomb.

» L'appareil se compose d'un flacon de Woolf à deux tubulures : l'une porte un tube droit pour l'introduction de l'acide sulfurique purifié par le soufre et le chlore ; l'autre est surmontée d'un tube coudé, dont la branche horizontale porte deux petites boules et s'adapte au moyen de caoutchouc

à un tube laveur chargé de potasse en dissolution; celui-ci est à son tour suivi de deux tubes en U très-grands remplis de chlorure de calcium récemment calciné.

» Vient ensuite le tube à porcelaine, contenant quatre nacelles, dont les deux premières sont remplies de zinc fondu et les deux autres restent vides. Enfin l'extrémité postérieure s'adapte à un dernier appareil desséchant, terminé lui-même par un tube à un angle qui plonge à différentes profondeurs dans de l'acide sulfurique, selon qu'il est nécessaire d'augmenter la force élastique à l'intérieur de l'appareil.

» Au moyen de ces dispositions, l'hydrogène perd d'abord la presque totalité de la vapeur d'eau qu'il avait emportée; passant ensuite sur le zinc en fusion, il se sature de vapeurs métalliques, à la manière d'un gaz, au contact d'un excès de liquide, et les dépose enfin sur les parois du tube en porcelaine trop refroidi pour maintenir l'état de vapeurs du métal.

» Quant aux précautions à prendre pour conduire à bonne fin cette opération, elles consistent à distiller, sous la pression ordinaire, lorsqu'il s'agit de vapeurs très-pesantes comme celles de l'antimoine, à augmenter au contraire la pression intérieure lorsqu'on distille un métal plus volatil tel que le cadmium, à maintenir le dégagement d'hydrogène jusqu'au refroidissement complet du tube de porcelaine. En procédant ainsi l'on isole les métaux volatils de ceux qui sont fixes, pour la température à laquelle on opère. On peut également enlever à un métal fusible le peu de soufre et d'arsenic qu'il contient, ainsi que je l'ai fait pour l'antimoine du commerce et le plomb pauvre des essayeurs.

» Comparons maintenant les résultats de l'oxydation directe du zinc pur avec ceux du zinc commercial dont j'ai donné plus haut l'analyse.

1°. 10gr. zinc ordinaire ont fourni .... 12,408 oxyde.
2°. 9,809 zinc purifié par trois distillations .... 12,180 oxyde.

» En prélevant sur le zinc de l'expérience n° I le fer et le plomb décélés par l'analyse, et faisant la même correction à l'égard de l'oxyde, les nombres qui précèdent se changent en ceux-ci :

$$1^\circ.\ 9,917 \text{ zinc pur} = 12,3138 \text{ oxyde pur} \begin{cases} 9,917 & \text{Zn.} \\ 2,3968 & \text{Ox.} \end{cases}$$

$$2^\circ.\ 9,809 \text{ zinc pur} = 12,1800 \text{ oxyde pur} \begin{cases} 9,809 & \text{Zn.} \\ 2,371 & \text{Ox.} \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$2,3968 : 100 :: 9,917 : x = 413,7,$$
$$2,3710 : 100 :: 9,809 : x = 413,7.$$

» Cette oxydation directe s'est faite comme il suit :

» On a pris un poids connu de zinc ordinaire, et après l'avoir dissous dans l'acide azotique faible, on a concentré à siccité dans un creuset de platine, puis calciné jusqu'à ce que le poids fût constant trois fois de suite, avec la précaution toutefois de placer le vase dans un creuset en terre dont les bords bien dressés coïncident parfaitement avec la surface aplanie de son couvercle.

» L'oxyde ainsi préparé ne contient pas trace de principes azotés.

» Malgré la concordance absolue de ces expérience et la constance parfaite du poids de l'oxyde après chaque calcination nouvelle, j'ai dû m'assurer, par une autre marche, de la fixité de cette combinaison.

» On a donc pesé 100 grammes de zinc ordinaire que l'on a convertis en sulfate, de manière à obtenir un litre de dissolution.

» Le poids de celle-ci étant de $1240^{gr},7$, on en prit successivement 40 grammes et 30 grammes qui, après évaporation et calcination avec les précautions ci-dessus mentionnées, laissèrent constamment un oxyde tout à fait exempt d'acide sulfurique, et sulfureux.

» Cet oxyde, comme il est aisé de s'en rendre compte, n'a dû supporter que la déduction relative à l'oxyde de fer, car dans l'action de l'acide sulfurique sur le zinc, le plomb reste en totalité au fond du vase.

» Ainsi, contrairement à ce que nous enseignent les ouvrages de chimie, le sulfate de zinc est complétement réductible en oxyde par la chaleur rouge d'un fourneau de laboratoire.

» Voici le nombre de ces expériences :

$30^{gr.}$ dissolution = 2,450 zinc ordinaire = 2,983 oxyde.
$40^{gr.}$ dissolution = 3,224 zinc ordinaire = 3,974 oxyde.

Ce qui donne, tout corrigé,

$$2,398 \text{ zinc pur} = 2,978 \text{ oxyde pur} \begin{cases} 2,398 \text{ Zn.} \\ 0,580 \text{ Ox.} \end{cases}$$

d'où l'on tire :

$$3,197 \text{ zinc pur} = 3,968 \text{ oxyde pur} \begin{cases} 3,197 \text{ Zn.} \\ 0,771 \text{ Ox.} \end{cases}$$

$$0,58 : 100 :: 2,398 : x = 413,5,$$
$$0,771 : 100 :: 3,197 : x = 414,6.$$

414 est donc le nombre proportionnel du zinc déduit de ces quatre expériences. »

CHIMIE. — *Purification de l'acide sulfurique à un atome d'eau, pour analyse de précision et recherches de médecine légale; par* M. V.-A. JACQUELAIN.

(Commission précédemment nommée.)

« . . . Je mélange l'acide sulfurique purifié par le soufre distillé avec une faible quantité de solution aqueuse de chlore, et pour chasser ensuite la totalité de ce dernier ainsi que l'acide chlorhydrique produit en cette circonstance, je porte le mélange à l'ébullition pendant quelques minutes.

» Quand l'acide sulfurique a passé par ces épreuves, il est complétement privé d'acides azoté, sulfureux et chlorhydrique.

» Voici maintenant les expériences confirmatives de ce que j'avance.

» 100 gr. d'acide sulfurique délayés dans 500 gr. d'eau distillée n'ont rien perdu de leur limpidité par l'azotate d'argent.

» 100 gr. de zinc distillé ont été convertis en azotate, et la dissolution suffisamment étendue d'eau ne s'est nullement troublée par le chlorure de barium.

» Ceci posé, j'ai attaqué 75,96 de ce même zinc par 200 gr. d'acide sulfurique (passé au soufre et au chlore). J'ai fait usage d'un appareil laveur composé en une seule pièce de 7 boules communiquant entre elles haut et bas par des courbures assez rapprochées. L'appareil renfermait une solution de chlorure d'or; et le gaz hydrogène, après avoir traversé la solution de toutes ces boules, n'a pas réduit la plus petite quantité de sel d'or.

» Pour donner à ce résultat le caractère de certitude le plus grand, j'ai répété l'expérience avec une égale quantité du même zinc et 200 gr. d'acide sulfurique purifié par le soufre seulement; à peine 60 c.c. de gaz hydrogène avaient-ils traversé le chlorure d'or de mon appareil, que je vis se former dans la première boule un précipité noir de sulfure d'or réductible au bout d'un jour ou deux en or métallique, à cause du chlorure d'or excédant. A la fin de l'opération je démontai l'appareil, puis essayant la solution de chlorure d'or par du chlorure de barium, j'obtins en effet du sulfate de baryte insoluble malgré l'addition d'un peu d'acide chlorhydrique.

» Concluons de tout ceci qu'il n'existait ni soufre dans le zinc, ni acide sulfureux, ni acide chlorhydrique dans l'acide sulfurique purifié par le soufre et le chlore dont je viens de faire usage.

» Je donnerai maintenant le résumé des conclusions qui découlent des expériences très-précises consignées dans le tableau ci-joint.

» 1°. Le protosulfate de fer en dissolution est un réactif d'une sensibilité extrême pour accuser, dans l'acide sulfurique, des traces d'acides azotés (voilà le fait vrai que nous devons à l'observation de M. Desbassayns); mais ce n'est pas là un moyen spécial d'analyse quantitative, attendu que les acides azotique, hypoazotique, les azotates, se comportent de la même manière en présence de l'acide sulfurique et du protosulfate de fer. De plus, la combinaison de bioxyde d'azote et de protosulfate de fer dont s'est occupé M. Péligot, jouit ainsi des mêmes caractères de coloration quand on la mélange peu à peu à de l'acide sulfurique tout-à-fait pur;

» 2°. Au contraire, lorsqu'il est question de reconnaître des quantités notables d'acides azotés libres ou combinés, l'acide sulfurique et le protosulfate de fer doivent être remplacés de préférence par l'acide chlorhydrique et la feuille d'or, portés à l'ébullition avec la liqueur suspecte, sauf à faire intervenir ensuite le protochlorure d'étain ou la solution d'indigo. On arrive également à de bonnes indications, quand on chauffe légèrement de la tournure de cuivre en contact avec de l'acide sulfurique concentré, dont on aide l'action par une petite quantité d'eau à laquelle on a mêlé la substance à examiner.

» S'il arrivait que les vapeurs nitreuses, par ce procédé, ne fussent pas très-apparentes, on n'aurait qu'à les diriger, par un appareil aspirateur, dans de l'acide sulfurique concentré, renfermant à l'avance quelques gouttes de protosulfate de fer en dissolution.

» Quant au sulfate de cuivre, il n'exerce, dans les mêmes conditions que le sulfate de fer, aucune action, même au bout de douze heures, ni sur le bioxyde d'azote, ni sur les acides oxygénés de l'azote ou leurs dérivés salins; si M. Desbassayns a observé une coloration, c'est qu'infailliblement son sulfate de cuivre n'était pas exempt de fer; c'est que la cloche remplie de bioxyde d'azote n'avait pas été purgée d'air par des lavages au bioxyde d'azote, et que ses dissolutions n'étaient pas privées d'air par une élévation de température convenable;

» 4°. Enfin la sensibilité du protosulfate à l'égard d'un acide sulfurique mélangé à des acides hypoazotique, azotique ou des nitrates métalliques, accuse jusqu'à $\frac{2}{1.000.000}$ de ces composés.

10,000 part. SO^3H^2O et 7 d'ac.	hypoazotique, azotique, ou son équivalent en azotate....		Rouge vineux intense par le protosulfate de fer. Rouge intense avec la narcotine.
1,000,000	plus 8	....	Rouge manifeste avec le protosulfate. Jaune d'ambre par la narcotine.
1,000,000	plus 7	....	Rouge affaibli avec le protosulfate. Jaune d'ambre par la narcotine.
1,000,000	plus 4	....	Coloration rouge sensible avec le protosulfate. Jaune d'ambre par la narcotine.
1,000,000	plus 3	....	Rose très-affaibli avec le protosulfate. Jaune d'ambre par la narcotine.
1,000,000	plus 2	....	Coloration rose à peine sensible. Jaune d'ambre par la narcotine.
5,000,000	plus 3	....	Coloration équivoque. Jaune d'ambre par la narcotine.

» A la première inspection de ce tableau on s'étonne, avec raison, de ne pas voir la narcotine présenter des colorations de plus en plus dégradées à mesure que les proportions d'acides azotés s'affaiblissent.

» Il est à remarquer, en outre, que les nuances des liquides traités par la narcotine, se foncent considérablement en quelques heures, tandis que celles des liqueurs essayées par le protosulfate de fer s'effacent de plus en plus.

» Malgré cette opposition de résultats entre les deux réactifs, il est facile de faire un choix au moyen de l'expérience suivante : si l'on prend de l'acide sulfurique purifié par le soufre et le chlore, et si l'on y ajoute, avec les précautions indiquées plus bas, du protosulfate de fer, rien ne se produit; tandis qu'en faisant tomber de la narcotine pulvérisée à la surface d'une même quantité d'acide sulfurique recouvert de quelques gouttes d'eau, et faisant le mélange lentement, on obtient encore une teinte jaune d'ambre qui passe au rouge orangé au bout d'une heure environ.

» Il faut donc proscrire ce dernier réactif comme infidèle, et conserver le protosulfate de fer.

» Voici maintenant les précautions qui se prêtent le mieux au succès de l'expérience :

» Opérer sur 50 grammes au moins d'acide sulfurique, verser à la surface $0^{gr},5$ d'eau distillée, laisser dissiper la chaleur produite par le contact des deux liquides, puis ajouter une dixaine de gouttes de protosulfate de fer, et faire le mélange avec lenteur, pour éviter une élévation de température capable de détruire le composé violet qui prend naissance lors de l'existence d'un acide azoté dans l'acide sulfurique. »

M. **Jacquelain** dépose sur le bureau des produits extraits de diverses matières tinctoriales et en particulier de la garance, du bois de Brésil, du curcuma, etc.

Il dépose également divers produits de l'action de l'acide nitrique sur les matières animales neutres.

Ces produits sont accompagnés de Notes et Mémoires à l'appui.

CHIMIE. — *Sur un procédé d'analyse applicable aux sels de baryte, potasse et soude à acides organiques; par* M. **Gaultier de Claubry**.

(Commissaires, MM. Thenard, Pelouze.)

« L'analyse d'un sel d'argent ou de plomb à acide organique ne présente aucune difficulté particulière, la base ne pouvant retenir d'acide carbonique à une température élevée.

» Il en est tout autrement pour les sels de potasse, soude ou baryte, les carbonates de ces bases pouvant se former à une chaleur rouge, et ceux des deux premières résistant mieux à la température la plus élevée que nous puissions produire.

» Il en résulte qu'alors que l'on analyse un sel de potasse, de soude ou de baryte à acide organique, on est obligé, pour doser le carbone, de calculer la proportion d'acide carbonique que retient la base.

» Dans un travail sur une série de nouveaux sels dont je m'occupe avec M. le docteur Brame, et dont nous avons déposé les principaux résultats à l'Académie, ne pouvant analyser les sels de plomb ou d'argent, à cause de leur peu de stabilité, il nous a fallu opérer sur ceux de potasse et de soude, qui nous ont offert des anomalies que je n'ai pu attribuer qu'à l'état de la base après l'opération, et j'ai alors été conduit à rechercher si l'acide carbonique n'y serait pas retenu en plus ou moindre proportion suivant la température et le temps qu'aurait duré l'opération, et le moyen de faire disparaître cette cause d'erreur.

» L'emploi d'un acide fixe se présentait tout naturellement à l'esprit, et

parmi ceux qui pouvaient être mis en usage, j'avais d'abord adopté l'acide borique, dont j'ai indiqué l'effet dans un paquet déposé à l'Académie le 11 octobre dernier sous le n° 1 (1).

» Cet acide, employé en proportion un peu plus forte que l'équivalent de l'acide organique, offre cependant des inconvénients qui m'ont fait renoncer à son action; c'est particulièrement la dureté que prend le produit et l'empêchement que cet état physique apporte quelquefois à la combustion complète du carbone.

» L'acide stannique ne m'a pas fourni des résultats plus exacts.

» Le bichromate de potasse peut donc être employé pour les sels de potasse, mais il ne paraît pas se prêter à fournir des résultats constamment exacts.

» On pourrait se servir aussi de borate de cuivre ou de sulfate; mais dans le premier cas on retomberait dans les inconvénients signalés pour l'acide borique, et dans le second on compliquerait l'opération par la présence du gaz sulfureux.

» A l'exception du dernier sel, il m'a semblé qu'aucun des corps dont j'avais essayé l'action ne pouvait remplir complétement le but que je me proposais, parce que les acides n'étaient pas assez puissants, ou étaient trop facilement décomposés à la température que nécessite l'opération, et sous l'influence désoxygénante de l'hydrogène et du carbone, ou enfin comme l'acide silicique surtout, parce qu'ils donnaient naissance à des produits trop compactes pour être facilement pénétrés par les gaz provenant de l'opération.

» Partant alors de cette donnée que les sulfates alcalins peuvent fournir, lorsqu'on les décompose par la chaleur, des poly- ou des mono-sulfures, suivant la température à laquelle a été élevé le mélange, l'acide étant plus facilement décomposable que l'oxyde, j'ai pensé que le phosphate de cuivre, qui en dernière analyse fournit du phosphure par l'action de l'hydrogène et du carbone, pouvait, dans des circonstances données, fournir du protoxyde de cuivre ou du cuivre et de l'acide phosphorique; fait qui s'est réalisé dans les conditions mêmes où se trouvent placés les corps dans une analyse organique, et dont j'ai tiré parti pour dégager tout l'acide carbonique dans la combustion d'un sel de baryte, potasse ou soude.

---

(1) Le paquet n° 2 renferme des résultats étrangers à ce travail et dont je désire que le dépôt soit encore conservé.

» Ainsi quand on soumet du phosphate de cuivre à l'action d'un excès de carbone ou d'hydrogène, à une température élevée, il est tout entier transformé en phosphure; mais si l'on en mélange un excès avec une substance organique, et qu'on élève la température, le cuivre est plus ou moins complétement réduit, et le résidu renferme de l'acide phosphorique libre.

» Il devenait alors sinon certain, du moins extrêmement probable qu'en employant le phosphate de cuivre pour analyser un sel de baryte, potasse ou soude à acide organique, la base ne pourrait retenir d'acide carbonique. Ce nouveau fait s'est complétement vérifié, mais l'état physique du sel influe beaucoup sur les résultats obtenus, et l'analyse peut être manquée lorsqu'on l'emploie à un trop grand état de cohésion, sa décomposition ne pouvant alors avoir lieu qu'en fournissant du phosphure.

» Il en résulte qu'il n'est pas bon de chercher à déterminer en même temps, quand on se sert de ce sel, l'hydrogène et le carbone d'une substance organique, parce que, pour avoir le phosphate de cuivre parfaitement exempt d'eau, il faut le chauffer trop fortement, auquel cas il acquiert trop de cohésion et se décompose trop difficilement.

» Le meilleur état sous lequel on puisse le mêler avec le sel organique est celui qu'il offre quand on le chauffe dans une capsule jusqu'à ce qu'il devienne vert jaunâtre; avant ce moment, il retient souvent de l'eau qui occasionne des projections dangereuses pour l'opérateur; plus loin il acquiert trop de cohésion.

» On mêle le sel organique avec cinq ou six fois son poids, au moins, de phosphate; on lave à plusieurs reprises le mortier et le pilon avec une nouvelle quantité de sel et ensuite avec de l'oxyde de cuivre, et l'on conduit l'opération à l'ordinaire.

» Elle marche avec beaucoup de facilité et exige seulement, pour les sels de baryte surtout, une température plus élevée à la fin de la combustion que lorsqu'on analyse des sels de plomb ou d'argent.

» Le mélange de phosphate et du sel organique fond presque constamment, et laisse un vide considérable dans le tube.

» La tournure de cuivre oxydée m'a paru le meilleur oxyde pour ce genre d'analyse.

» Je fais toujours passer à la fin de l'opération un courant d'oxygène dans le tube, soit au moyen d'un gazomètre, soit en adaptant à l'appareil une cornue renfermant du chlorate de potasse mêlé d'oxyde de cuivre, et je place constamment après le tube à potasse, un tube à chlorure de calcium, dont le poids augmente de 1 à 5 ou 6 milligrammes. »

CHIMIE. — *Résumé des recherches sur les combinaisons du sucre de canne avec les bases; par* M. **Soubeiran**, professeur à l'École de pharmacie.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« Les analyses des chimistes fixent la composition du sucre de canne à 42,16 de carbone et 57,84 d'eau. L'équivalent du sucre fut déterminé par M. Berzélius d'après l'analyse du composé de sucre et d'oxyde de plomb; il regarda la combinaison comme formée par 2 atomes d'oxyde de plomb et 1 atome de sucre. M. Péligot fut amené à doubler le poids atomique du sucre. Pour lui le sucre anhydre devint $C^{24} H^{36} O^{18}$, capable de s'unir à 4 atomes d'eau dans le sucre cristallisé, et à 4 atomes de base dans ses autres combinaisons.

» M. Péligot avait séché la combinaison de sucre et d'oxyde de plomb à 170°. Des doutes s'élevèrent sur le véritable état du sucre dans le corps qu'il avait analysé; ils étaient d'autant plus naturels, que les autres combinaisons étudiées par M. Péligot retenaient toutes une proportion d'eau plus forte: ces doutes prirent plus de consistance lorsque M. Berzélius eut annoncé n'avoir pu retirer qu'un sirop incristallisable du composé de plomb séché à 170°. Cependant M. Péligot fit voir qu'une température de 100° était suffisante pour débarrasser le sucre plombique de toute l'eau; il put d'ailleurs en extraire du sucre de canne en cristaux.

» L'analyse du saccharate de baryte donnée par M. Péligot, devint l'objet des critiques de quelques chimistes allemands: ceux qui avaient manié ces sortes de matières devaient avoir peine à admettre que M. Péligot eût pu brûler tout le carbone au moyen de l'oxyde de cuivre. En outre, ce chimiste n'avait tenu compte ni de l'eau ni de l'acide carbonique restés nécessairement en combinaison avec la baryte dans le tube à combustion. M. Liebig, en partant des analyses de M. Péligot, et en corrigeant par le calcul cette cause d'erreur, préféra à la formule de M. Péligot $C^{12} H^{22} O^{11} + BaO$, la formule $C^{12} H^{20} O^{10} + BaO$, qui contient 1 atome d'eau de moins (1). Cette correction se trouva bientôt appuyée par une analyse de Stein, faite

---

(1) M. Péligot, en analysant les combinaisons de sucre et de baryte, avait basé sa formule sur le dosage de la baryte toujours très-exact, et il n'avait donné le carbone, qui n'était dosé qu'à peu près, que comme une vérification. C'est donc par erreur que M. Liebig a rectifié la formule de M. Péligot d'après le dosage inexact du carbone, sans tenir compte de celui de la baryte, le seul qui fût correct. (J. D.)

au moyen du chromate de plomb. Cette analyse de Stein laissait elle-même quelque chose à désirer: elle ne donnait que 31,034 à 31,03 de baryte, tandis qu'elle aurait dû en fournir 32,09 pour cadrer avec la formule théorique. Cette perte de 1 pour 100 sur la baryte méritait d'autant plus d'attention que M. Péligot avait trouvé 31 de baryte, et que par conséquent la proportion réelle de baryte semblait exactement déterminée.

» M. Liebig, dans son Traité de Chimie, a adopté le poids atomique ancien du sucre de canne (2137,37). S'il ne dit pas les motifs qui l'ont empêché d'accueillir le poids atomique double proposé par M. Péligot, il est à supposer que dans le travail de M. Péligot, la combinaison du sucre de canne avec le sel marin pouvant seule rendre obligatoire l'adoption de ce poids atomique double, le chimiste de Giessen n'a pas accordé une valeur déterminante à l'analyse d'un corps que l'on n'obtient qu'à grand peine au milieu d'une liqueur visqueuse et qui n'avait pu être purifié par des cristallisations répétées.

» Cet exposé suffit pour montrer pourquoi, malgré le travail de M. Péligot, M. Soubeiran a cru nécessaire de faire de nouvelles recherches sur les combinaisons du sucre de canne avec les bases. Dans l'examen de ces combinaisons, les obstacles naissent principalement de la difficulté que l'on éprouve à brûler le carbone. M. Soubeiran est parvenu à obtenir une combustion complète au moyen du chromate de plomb qu'il a employé en grande proportion, et qu'il a mélangé avec un peu de chromate acide de potasse pour éliminer du tube à combustion jusqu'aux dernières parties d'eau et d'acide carbonique.

» Les combinaisons du sucre avec la baryte, la chaux, l'oxyde de plomb et la soude, ont été successivement analysées. L'examen des combinaisons de chaux a amené un résultat important. En outre du composé qui contient 14 pour 100 de chaux, et sur lequel M. Péligot avait porté son attention sans en faire une étude suivie, la chaux peut former une autre combinaison avec le sucre; celle-ci contient $\frac{1}{5}$ de son poids de chaux; elle a ceci de remarquable, qu'elle a le plus de tendance à se former. On l'obtient chaque fois que le sucre est mis en contact avec un excès de chaux. Cette combinaison est importante pour la théorie, car elle nous offre un composé dans lequel 3 atomes de base alcaline sont combinés avec 1 atome de sucre. Les combinaisons de soude et de potasse offrent aussi sous ce rapport un intérêt particulier. Un atome de sucre y est combiné avec un seul atome de base.

» Les recherches de M. Soubeiran l'ont amené à établir la série suivante :

Sucre anhydre...........	$C^{24}H^{36}O^{18} = Su$
Sucre cristallisé...........	$Su + 4Aq$
Sucre quadriplombique....	$Su + 4PbO$
Sucre tricalcique..........	$Su + \begin{cases} 3(CaO + Aq) \\ 1\,Aq \end{cases}$
Sucre bicalcique..........	$Su + \begin{cases} 2(CaO + Aq) \\ 2\,Aq \end{cases}$
Sucre bibarytique.........	$Su + \begin{cases} 2(BaO + Aq) \\ 2\,Aq \end{cases}$
Sucre potassique..........	$Su + KO$

et probablement

	$Su + \begin{cases} (KOAq) \\ 3\,Aq \end{cases}$
Sucre et sel marin.........	$Su + \begin{cases} NaCl^2 \\ 3\,Aq \end{cases}$

» Il est fort remarquable que tandis l'oxyde de plomb élimine toute l'eau basique du sucre, les combinaisons avec les oxydes alcalins retiennent toute l'eau que le sucre cristallisé contenait, et peuvent être tout aussi bien représentées par une combinaison de sucre cristallisé avec les bases que par la série précédente, pour laquelle il faut admettre que le sucre s'est combiné avec ces bases, sans pouvoir en éliminer l'eau. Cette dernière théorie, fort simple, a été admise par M. Péligot; il se pourrait cependant que les faits observés tinssent à la constitution intime de la molécule de sucre et à la différence qui en résulterait dans l'action d'oxydes différemment réductibles.

» En résumé, les expériences de M. Soubeiran confirment les conclusions du travail de M. Péligot, sur la constitution du sucre; elles font disparaître les causes d'incertitude que ce chimiste n'avait pas évitées, et elles appuient les résultats sur des données nouvelles et plus certaines. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau système de régulateur à force centrifuge, réglé par un moyen mécanique, et appliqué à l'horlogerie; par* M. AUGUSTE JACOT.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Francœur.)

« Trente années de persévérance et d'assiduité dans l'art de l'horlogerie, m'ont complétement convaincu de l'impossibilité de construire un chrono-

mètre parfait avec le système suivi jusqu'à ce jour : je veux dire l'échappement, le spiral et la compensation. Voyant avec peine l'insuffisance des résultats obtenus, et sentant vivement toute l'importance d'une marche plus parfaite, surtout pour la marine, j'ai tenté, par un moyen mécanique, d'obvier à des difficultés insurmontables jusqu'à ce jour.

» Pensant aux avantages que devait avoir un mouvement de rotation continu sur celui de va-et-vient causé par le spiral, j'ai adapté sur le régulateur de ma montre un appareil excentrique et un effet de force centrifuge réglés par un procédé de mon invention. Dix ans d'un travail non interrompu et d'observations journalières, m'ont convaincu de toute la supériorité de ce procédé, et les résultats que j'ai obtenus me prouvent une régularité de marche supérieure à celle des instruments connus.

» Tous les mécaniciens qui se sont occupés de la construction d'instruments de précision ont dû se convaincre que l'usure est beaucoup moins sensible dans le mouvement de rotation continu que dans le mouvement alternatif; de plus, l'huile y conserve sa limpidité mieux que dans celui qui n'agit qu'instantanément.

» Je n'ignore pas toutes les objections qui pourront m'être faites sur la difficulté de régler un mouvement de rotation continu, si l'on raisonne dans l'hypothèse d'un équilibre entre la force motrice et le régulateur, mais je ne suis nullement dans ce cas.

» Voici comment je procède : Lorsque je construis une machine quelconque, après avoir déterminé le nombre de tours que devra faire le volant ou régulateur, je calcule quelle devra être la puissance de la force motrice; cette puissance connue, je l'augmente d'un quart pour vaincre la résistance causée par les frottements, et alors je suis assuré d'un moteur capable de surmonter les obstacles qui tendraient à donner du retard à la marche; mais cette force nécessaire à la sûreté de l'instrument est trop grande pour avoir un mouvement uniforme sans le secours d'un régulateur.

» Pour vaincre cette difficulté, j'ai imaginé l'appareil déjà cité, et qui consiste, comme il a été dit, en un effet de force centrifuge, établi sur le régulateur même.

» La puissance de cette force centrifuge n'étant due qu'à la vitesse d'un mouvement quelconque, il est constant que si, par un procédé mécanique, je puis la faire agir avec sûreté de manière à établir un point de résistance tel que le régulateur ne puisse, dans aucun cas, dépasser le nombre de tours déterminés à l'avance, sans être ensuite forcé de perdre ce qu'il aurait

gagné, il est constant, dis-je, que j'obtiendrai un résultat exact malgré l'irrégularité presque continuelle du mouvement. Cette irrégularité est, du reste, si peu sensible, que l'œil le plus exercé ne saurait l'observer sur l'aiguille des secondes : c'est aussi sur elle que je fonde l'espérance d'obtenir des résultats exacts, bien convaincu que la parfaite uniformité dans la marche d'un rouage est la cause qui tend le plus à le faire passer d'un côté ou de l'autre du point exact.

» Le régulateur consiste en une petite barre d'acier enarbrée sur le pignon qui engrène à la dernière roue; à chacune de ses extrémités est fixée une fraction de cercle taraudée, dont l'une porte des poids destinés à établir l'équilibre; sur l'une de ces extrémités est aussi ajusté un levier mobile qui obéit à la force centrifuge. Un bras d'acier fixé au centre porte un ressort qui appuie contre ce levier, à l'autre extrémité duquel est ajusté un poids plus ou moins lourd, selon la puissance que l'on veut donner à la force centrifuge. Si le régulateur vient à dépasser le nombre des tours déterminés par le calcul, la masse fixée sur le levier tend naturellement à s'écarter du centre, ce qui fait obéir le ressort. Celui-ci en rentrant vers le centre rencontre une levée à double effet, fixée sur la platine, et la résistance qu'il en éprouve lui fait perdre de la vivacité de son mouvement. Tous les changements de température sont sans effet sensible sur ce mode de régulateur; je me trouve donc, par sa construction, dispensé d'avoir recours à aucun moyen de compensation artificielle. »

M. Nougarède adresse un Mémoire ayant pour titre : « *Considérations sur la constitution intime des corps.* »

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Dumas, Regnault.)

M. E. Robert présente une *scie à deux feuillets*, destinée principalement pour les usages de la Chirurgie. Lorsque, par suite d'un rapprochement des parties déjà divisées, la lame d'une scie ordinaire se trouverait gênée dans ses mouvements, la double lame de la nouvelle scie se divise, un des feuillets demeure immobile et fait l'office de coin, l'autre continue à fonctionner et est désormais soustrait à la pression qui tendrait à arrêter sa marche.

M. Robert avait déjà présenté à l'Académie, au mois de février dernier, une scie construite dans le même but; mais celle-ci est d'une construction plus simple, et, suivant lui, d'un usage plus facile.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Petit**, de Maurienne, qui avait présenté pour un concours de la fondation Montyon plusieurs Mémoires concernant les « *habitations considérées sous le double rapport de la salubrité publique et privée* », adresse aujourd'hui, conformément à une décision prise par l'Académie relativement à ces concours, un résumé de son travail avec l'indication des parties qu'il considère comme neuves et comme méritant d'attirer plus spécialement l'attention de MM. les Commissaires.

(Commission chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Lecomte**, en qualité de fondé de pouvoirs de M. *de Beurges*, adresse un exposé des expériences qui ont été faites par quelques-uns des fabricants admis à concourir pour la fourniture d'un *papier de sûreté* demandé par M. le Ministre des Finances.

(Renvoi à la Commission des encres et papiers de sûreté.)

MM. **Lavallée-Duperroux** et **Leforestier** adressent la description et la figure d'un *appareil destiné à indiquer de jour et de nuit aux navires qui ont besoin d'entrer dans un port, la hauteur de l'eau* dans la passe. Il existe déjà, sur plusieurs points de nos côtes, des appareils construits dans le même but, mais dont les indications en général ne sont données que pendant le jour, et sont toujours sujettes aux erreurs que peut commettre l'homme chargé de changer les signaux à mesure que la marée amène des variations notables dans la hauteur des eaux. Dans le système proposé par MM. *Lavallée* et *Leforestier*, ces erreurs ne seraient plus possibles puisque le mouvement de l'indicateur serait déterminé par celui d'un flotteur montant et descendant avec la marée.

(Commissaires, MM. Mathieu, Beautemps - Beaupré, Roussin.)

M. **Marie** adresse une addition à un Mémoire qu'il avait présenté dans la dernière séance sur l'*interprétation de la solution algébrique d'un problème de géométrie quand les valeurs des inconnues y prennent des formes imaginaires.*

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Dumonthier** soumet au jugement de l'Académie deux modèles d'*armes*

destinées principalement aux besoins de la marine militaire et dont chacune est à la fois une arme à feu et une arme blanche. Ces modèles, fort bien exécutés, ont été mis sous les yeux de l'Académie.

(Commissaires, MM. Roussin, Piobert, Séguier.)

L'auteur d'une pièce adressée au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, transmet quelques explications concernant l'appareil chirurgical qui fait l'objet de son Mémoire.

(Commission chargée de l'examen des pièces présentées au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Leymerie** envoie comme documents pour la Commission chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le prix concernant la *vaccine*, diverses considérations qui lui sont propres, et la traduction de plusieurs fragments des écrits de Jenner sur le même sujet.

(Renvoi à la Commission du prix de vaccine.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur l'usage du calcul des variations pour l'intégration des équations à dérivées partielles du premier ordre, renfermant un nombre quelconque de variables indépendantes; par* M. **J. Binet**.

« L'intégration de l'équation à dérivées partielles du premier ordre a offert de grandes difficultés aux analystes : quand les dérivées partielles n'y entrent que sous la forme linéaire, la méthode de Lagrange ramène l'intégration à celle d'un certain système d'équations différentielles ordinaires, et l'usage à faire des intégrales de ces formules y est prescrit avec précision et ne laisse aucune incertitude. Il n'en est pas ainsi de l'équation générale : les recherches de Lagrange, de Legendre, et celles que M. Lacroix rapporte d'un ouvrage inédit de Charpit, ont fourni des équations différentielles ordinaires dont les intégrales doivent concourir à la composition de l'équation primitive demandée; mais il est resté de graves incertitudes sur les combinaisons à faire de ces intégrales, pour arriver régulièrement à la solution complète; et au delà du cas de deux variables indépendantes, le

problème était très-incomplétement résolu quand M. Pfaff publia de profondes recherches sur cette matière, considérée comme application d'une théorie plus étendue sur les équations différentielles linéaires. Un autre principe a conduit M. Cauchy à traiter l'équation du premier ordre à différences partielles et à former l'intégrale générale avec fonction arbitraire. (*Bulletin de la Société Philomatique,* année 1819.) Dans ce Mémoire on voit clairement que le seul système des équations différentielles de Charpit, pour un nombre quelconque de variables, résout complétement le problème sur lequel l'auteur annonce devoir fournir d'autres développements concernant la méthode de Pfaff.

» Une découverte de M. Hamilton, relative à des formules de la Dynamique, a dû attirer fortement l'attention des analystes, dans ces derniers temps, sur le mode de formation d'une équation à dérivées partielles particulière, provenant d'équations différentielles ordinaires. Cette découverte, amenée par le principe de la moindre action, a été, pour M. Jacobi, l'occasion de vastes recherches qui, selon son expression, engrènent profondément dans la science analytique; et il en a déduit pour la méthode de Pfaff, appliquée à l'équation à dérivées partielles, un perfectionnement inespéré. A juste titre il le regarde comme fondant une théorie nouvelle pour cette branche difficile du calcul intégral.

» J'exposerai rapidement, dans cette Note, un procédé fourni par le calcul des variations combiné avec les considérations ingénieuses de M. Hamilton, et qui conduit presque immédiatement à la composition du système des équations différentielles ordinaires, que l'on n'a obtenue jusqu'à présent que par des théories plus compliquées: la formation de l'équation à dérivées partielles devient une conséquence naturelle du caractère des intégrales complètes de ce système d'équations différentielles ordinaires. Un simple renversement dans l'ordre des opérations montre la marche à tenir pour l'intégration : ainsi la suite des transformations se présente partout avec précision, sans ambiguïté, et de telle sorte qu'il ne reste rien d'arbitraire dans l'office à remplir par chaque équation, pour la composition de l'intégrale, complétée par autant de paramètres qu'il y a de variables indépendantes. Cette voie nouvelle pour traiter une théorie importante, qui a longtemps paru fort épineuse, me semble pouvoir intéresser les géomètres, à raison de sa simplicité relative : la même analyse m'a déjà servi à intégrer l'équation qui ne contient que les dérivées partielles de la fonction principale sans renfermer la fonction elle-même (*Journal de l'École Polytechnique,* tome XVIII), et je complète ici le cas général que je n'avais

pas réussi à soumettre à cette méthode. Mais je répète, sans détour, que les travaux de l'illustre M. Jacobi avaient aplani la plupart des difficultés et avaient répandu beaucoup de clarté sur le sujet de cette Note, où il s'agit de trouver l'intégrale complétée par des constantes arbitraires. Il sera plus amplement exposé dans un Mémoire spécial dont je m'occupe actuellement.

» Je désigne par $X, x_1, x_2, \ldots, x_n, u_1, u_2, \ldots, u_n$ des fonctions d'une variable indépendante x, et leurs dérivées le seront par X', x'_1, etc. : on les suppose d'abord liées par l'équation différentielle

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} X' = u_1 x'_1 + u_2 x'_2 + \ldots + u_n x'_n \\ \quad + F(X, x, x_1, \ldots, x_n, u_1, \ldots, u_n); \end{array} \right.$$

en sorte que les dérivées X', x'_i n'entrent qu'au premier degré dans cette formule, où F est une fonction quelconque des quantités $X, x, x_i, \ldots, u_i$. La variation par δ de cette formule, où x ne reçoit pas de variation, sera

$$\delta X' = \Sigma u_i \delta x'_i + \Sigma [x'_i + F'(u_i)] \delta u_i + \Sigma F'(x_i) \delta x_i + F'(X) \delta X;$$

les $F'(x_i)$, etc. sont des dérivées partielles. On obtiendra la variation δX que doit donner cette équation, en la multipliant par λdx et en intégrant par parties les termes qui renferment des $\delta x'_i dx$, etc., selon les procédés ordinaires de Lagrange; on forme donc sur-le-champ l'équation

$$\begin{aligned} \lambda \delta X - \lambda \Sigma u_i \delta x = \int [d\lambda + dx \lambda F'(X)] \delta X \\ + \Sigma [\lambda F'(x_i) dx - d(\lambda u_i)] \delta x_i \\ + \Sigma [\lambda F'(u_i) dx + \lambda dx_i] \delta u_i; \end{aligned}$$

la variation δX est engagée sous le signe $\int$; mais on peut disposer du facteur λ en posant

$$\frac{d\lambda}{dx} + \lambda F'(X) = 0,$$

et l'équation fournit alors l'expression de δX : elle devient remarquable et délivrée du signe $\int$, lorsqu'on dispose des variables x_i et u_i, qui sont en nombre $2n$, de manière à satisfaire aux équations de cette forme

$$\lambda F'(x_i) dx - d(\lambda u_i) = 0, \quad F'(u_i) dx + dx_i = 0.$$

Ces équations répondent aux premières conditions à remplir pour que la

fonction X devienne un maximum ou un minimum, par la détermination à donner aux fonctions x_i et u_i; mais ce n'est pas la considération dont nous voulons suivre les conséquences. En éliminant $d\lambda$ de la première formule à l'aide de sa valeur, on a l'équation

$$u_i' = \mathrm{F}'(x_i) + u_i \mathrm{F}'(\mathrm{X}) :$$

ainsi en déterminant les X, x_i, u_i qui sont au nombre de $1 + 2u$ par les équations dérivées du premier ordre

$$(2) \qquad \begin{cases} \mathrm{X}' = \Sigma\, u_i x_i' + \mathrm{F}(\mathrm{X}, x, x_1, \ldots, x_n, u_1, \ldots, u_n), \\ u_i' = \mathrm{F}'(x_i) + u_i \mathrm{F}'(\mathrm{X}), \\ x_i' = -\mathrm{F}'(u_i), \end{cases}$$

où l'on emploiera pour i tous les entiers $1, 2, \ldots, n$, les fonctions provenant de l'intégration complète des équations (2) satisferont à l'équation

$$(3) \qquad \lambda(\delta \mathrm{X} - \Sigma u_i \delta x_i) = \text{constante} = \lambda^0(\delta \mathrm{X}^0 - \Sigma\, u_i^0 \delta x_i^0),$$

formule dans laquelle on dénote par X^0, x_i^0, u_i^0, les valeurs des variables répondant à une grandeur donnée $x = x^0$ de l'indépendante x.

» Les équations (2) étant intégrées, fourniront toutes les fonctions variables à l'aide de $2n + 1$ constantes arbitraires $a, a_1, \ldots, a_{2n}$, et de x, et spécialement les fonctions X, x_i : en posant, dans ces $n+1$ fonctions, $x = x^0$, on aura X^0, et les x_i^0 par $1+n$ équations : de ces $2n + 2$ formules on éliminera les $a, a_1, \ldots, a_{2n}$, et l'on obtiendra enfin une expression de X d'une composition particulière, et formée à la manière de M. Hamilton, savoir :

$$\mathrm{X} = \psi \begin{Bmatrix} x, x_1, x_2, \ldots, x_n \\ \mathrm{X}^0, x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0 \end{Bmatrix},$$

laquelle étant différentiée par δ, qui laisse toujours x invariable, donne

$$\delta \mathrm{X} = \Sigma \psi'(x_i)\delta x_i + \Sigma \psi'(x_i^0)\delta x_i^0 + \psi'(\mathrm{X}^0)\delta \mathrm{X}^0.$$

Cette valeur de δX, substituée dans l'équation (3), permettra la comparaison des termes affectés des mêmes variations, et il en résulte des équations de la forme

$$(4) \qquad \begin{cases} \psi'(x_i) - u_i = 0, \quad \lambda\psi'(x_i^0) + \lambda^0 u_i^0 = 0, \\ \qquad\qquad\qquad\quad \lambda\psi'(\mathrm{X}_0) - \lambda^0 \;= 0, \end{cases}$$

ou bien, par l'élimination de $\frac{\lambda}{\lambda^0}$,

(5) $$\psi'(x_i) - u_i = 0, \quad \psi'(x_i^0) + u_i^0 \psi'(X^0) = 0.$$

On reconnaît aisément que les $2n$ égalités obtenues en écrivant $i = 1, 2, \ldots, n$, jointes à $X = \psi$, tiendront lieu du système des intégrales complètes des formules (2); et elles peuvent être prises pour ces intégrales elles-mêmes : les $2n + 1$ paramètres arbitraires seront X^0 et les x_i^0, u_i^0. Mais

$$u_i = \psi'(x_i) = \left(\frac{dX}{dx_i}\right);$$

et l'on a, en différenciant par dx l'équation $X = \psi$,

$$dX = \psi'(x)\,dx + \Sigma\psi'(x_i)\,dx_i = \left(\frac{dX}{dx}\right)dx + \Sigma u_i x_i'\,dx = X'dx.$$

Cette valeur de X', substituée dans (1), donnera, après avoir enlevé la partie $\Sigma\, u_i x_i'$, commune aux deux membres,

$$\left(\frac{dX}{dx}\right) = F(X, x, x_1, \ldots, x_n, u_1, \ldots, u_n);$$

dans cette équation on remplacera les u_i par des $\left(\frac{dX}{dx_i}\right)$; cela donne l'équation à dérivées partielles

(6) $$\left(\frac{dX}{dx}\right) = F\left[X, x, x_1, \ldots, x_n, \left(\frac{dX}{dx_1}\right), \left(\frac{dX}{dx_2}\right), \ldots, \left(\frac{dX}{dx_n}\right)\right],$$

à laquelle satisfait la valeur

$$X = \psi \left\{ \begin{matrix} x, & x_1, \ldots, & x_n \\ X^0, & x_1^0, \ldots, & x_n^0 \end{matrix} \right\},$$

jointe à celles des x_i que donnent les formules

$$\psi'(x_i^0) + u_i^0 \psi'(X^0) = 0:$$

celles-ci contiennent, en effet, les x_i, avec les $n+1$ paramètres X^0, x_i^0, et de plus n autres paramètres u_i^0. Ces dernières arbitraires u_i^0 montrent facilement que l'équation à dérivées partielles sera vérifiée indépendamment de

toute relation entre les x_i et x, c'est-à-dire, absolument comme si les x_i avaient toujours été des grandeurs indépendantes entre elles; il en résulte que la valeur $X = \psi$, qui contient $n+1$ paramètres arbitraires, et où l'on traitera les x, x_1, x_2, comme des quantités indépendantes, satisfait à l'équation à dérivées partielles, et qu'elle en est une intégrale complète, dont on pourra ensuite déduire des intégrales générales avec des fonctions arbitraires selon les procédés enseignés par Lagrange.

» Lorsque l'on donne l'équation à dérivées partielles (6), on peut aisément retrouver le système des équations dérivées du premier ordre (2); pour cela il suffit d'y rétablir les lettres u_i à la place des $\left(\frac{dX}{dx_i}\right)$, et de l'écrire sous la forme

$$\left(\frac{dX}{dx}\right) + \Sigma\left(\frac{dX}{dx_i}\right)\frac{dx_i}{dx} = \Sigma\left(\frac{dX}{dx_i}\right)\frac{dx_i}{dx} + F\,(X, x, x_1, \ldots, x_n, u_1, \ldots, u_n),$$

ou bien

$$X' = \Sigma u_i x'_i + F\,(X, x, x_1, \ldots, x_n, u_1, \ldots, u_n);$$

et de lui adjoindre les $2n$ formules différentielles (2)

$$x'_i = -F'(u_i), \quad u'_i = F'(x_i) + u_i F'(X),$$

où les $F'(u_i)$, $F'(x_i)$ sont des dérivées partielles de la fonction donnée F. Ayant ce système des équations (2), on procédera à son intégration générale avec $2n+1$ constantes arbitraires, en regardant, provisoirement, les u_i et les x_i comme fonctions de l'indépendante x; après quoi l'on formera, ainsi qu'il a été expliqué ci-dessus, la valeur de X, exprimée par les variables $x, x_1, x_2, \ldots, x_n$, et par les paramètres $X^0, x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0$, savoir,

$$X = \psi \left\{ \begin{matrix} x, x_1, x_2, \ldots, x_n \\ X^0, x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0 \end{matrix} \right\}:$$

Ce sera une solution *complète* de l'équation à dérivées partielles du premier ordre, à $n+1$ variables indépendantes.

» Cette méthode exige que X soit réellement une fonction de x et de $2n+1$ constantes arbitraires $a, a_1, \ldots, a_{2n}$, et à cet égard le cas de l'équation linéaire à dérivées partielles semble demander à être traité à part: la méthode de Lagrange l'a complétement résolu.

» On a supposé que l'équation (6) était résolue par rapport à la dérivée

partielle $\left(\frac{dX}{dx}\right) = u$; lorsque l'équation sera donnée sous la forme

$$\Phi\,(X,\ x,\ x_1,\ \ldots,\ x_n,\ u,\ u_1,\ \ldots,\ u_n) = 0\,;$$

on devra substituer dans les équations (2) les valeurs suivantes, à la place des dérivées $F'(X)$, $F'(x_i)$, etc. :

$$F'(X) = -\frac{\Phi'(X)}{\Phi'(u)},\quad F'(x_i) = -\frac{\Phi'(x_i)}{\Phi'(u)},\quad F'(u_i) = \text{etc.};$$

et l'on pourra mettre le système des équations dérivées, à intégrer complétement, sous cette forme

$$\frac{dx}{\Phi'(u)} = \frac{dx_1}{\Phi'(u_1)} = \ldots \frac{dx_i}{\Phi'(u_i)} = \frac{-\,du_i}{\Phi'(x_i) + u_i\,\Phi'(X)} \ldots = \frac{dX}{\Sigma u_i\,\Phi'(u_i)}\,:$$

Dans le dernier terme $\Sigma u_i\,\Phi'(u_i) = u\,\Phi'(u) + u_1\,\Phi'(u_1) + \ldots u_n\,\Phi'(u_n)$. Ce système comprend une variable surnuméraire et aussi une équation de trop, laquelle provient et doit être remplacée par l'équation proposée $\Phi = 0$. Ainsi l'on n'emploiera que $2n+1$ équations de ce système, avec le même nombre de variables, outre l'indépendante, et après l'intégration avec $2n+1$ arbitraires on aura à procéder aux éliminations. Si elles étaient jugées trop pénibles, il serait possible d'employer aux usages analytiques, le système des formules qui auraient dû amener par leurs combinaisons l'équation finale, ou l'intégrale complète, à la place de cette intégrale elle-même; mais ce ne peut être, dans tous les cas, qu'après avoir exécuté les intégrations nécessaires. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Seconde Note sur les perturbations de la planète Uranus; par* M. LE VERRIER.

« En annonçant, dans la séance du 14 mars dernier, qu'il fallait introduire dans la théorie d'Uranus deux nouveaux termes, M. Delaunay s'exprimait ainsi :

» *J'ai reconnu qu'il était possible de trouver, même dans les termes qui ne sont que du premier ordre relativement à la force perturbatrice, des inégalités sensibles dont il ne paraît pas qu'on ait tenu compte dans la formation des tables..... D'après cela il devient nécessaire, pour la formation des*

tables d'Uranus, de reprendre complétement la théorie de ses perturbations.....

» Cette communication entraînait avec elles de graves conséquences. S'il était constaté qu'on avait négligé dans la théorie d'Uranus plusieurs termes, tels que ceux qui étaient indiqués, on pouvait espérer d'avoir la clef des grands écarts des tables de cette planète. Si au contraire on y introduisait à tort de nouveaux termes, on obscurcissait pour longtemps une théorie déjà si peu claire. Aussi, quand je me fus convaincu que les perturbations annoncées ne devaient pas être ajoutées aux tables existantes, il me sembla que l'intérêt de la science exigeait que je le fisse connaître. La note succincte que j'ai communiquée à l'Académie sur ce sujet, a motivé de la part de M. Delaunay une réponse, *vers la fin* de laquelle on lit le passage suivant :

» *J'ajouterai cependant que j'ai reconnu depuis que, si ces inégalités ne sont pas données explicitement dans la* Mécanique céleste, *elles y sont implicitement comprises, et ont été, comme telles, employées dans la construction des tables.*

» Il est impossible de se rétracter plus complétement que ne le fait ici l'auteur sur le fond de la question. Il reconnaît que les termes qu'il avait d'abord regardés comme devant être ajoutés aux tables actuelles d'Uranus n'y doivent pas réellement être introduits. C'est tout ce que j'avais voulu établir.

» Cependant, en même temps que M. Delaunay convient, dans la dernière partie de sa note, de la justesse de mes observations, il s'efforce, dans la première partie, de prouver que j'ai complétement tort. D'après lui, je ne serais parvenu à une conclusion exacte que par une suite de faux raisonnements. Je crains que l'auteur, entraîné par la vivacité de sa critique, n'ait pas aperçu qu'elle reposait sur des erreurs presque matérielles.

» Rétablissons d'abord le véritable état de la question. L'expression complète de la longitude d'une planète pourrait se présenter sous la forme suivante. Dans une première approximation on regarderait le moyen mouvement angulaire comme uniforme : avec la longitude moyenne ainsi obtenue, on calculerait les inégalités elliptiques ; enfin, à la longitude elliptique on ajouterait les perturbations dues à l'action des autres planètes.

» Cette marche n'a point été suivie dans les tables des planètes dont le moyen mouvement est affecté de variations à longue période. L'auteur de la *Mécanique céleste* a toujours supposé qu'on appliquerait d'abord la valeur de ces perturbations au moyen mouvement uniforme ; qu'avec le

moyen mouvement, ainsi troublé, on calculerait les inégalités elliptiques : puis qu'on compléterait la longitude par l'addition de perturbations qui ne peuvent évidemment être les mêmes que dans le premier mode de développement.

D'après la dernière communication de M. Delaunay, on voit qu'il a développé les perturbations en adoptant la première forme, celle qui n'est pas en usage dans les tables astronomiques. Il a dû nécessairement arriver ainsi à une théorie qui n'était pas identique en apparence avec la théorie des tables existantes, et il en a conclu que ces tables étaient fausses.

» Les critiques dont ma Note a été l'objet peuvent, sans rien perdre de leur force, se résumer comme il suit : « *Je conviens*, dit au fond M. Delaunay, *je conviens que l'on ne doit point introduire dans les tables les perturbations qui font le sujet de ce débat ; mais on se trompe en disant qu'elles n'existent pas : je soutiens qu'elles existent. Et d'ailleurs on s'est encore trompé en supposant que ces perturbations provenaient des variations de l'excentricité et du périhélie, tandis qu'elles viennent du développement de la variation à longue période du moyen mouvement. Quant à cette remarque qu'on qualifie de vérification des plus importantes, elle ne m'a jamais semblé de la moindre importance pour la vérification des calculs numériques et ne fait qu'indiquer l'identité de nombres obtenus au moyen de formules qui sont également identiques.*

» L'auteur de cette critique n'a pas saisi le sens de la remarque dont il parle en dernier lieu. Si, comme il l'indique, on calcule simultanément et dépendamment les unes des autres, les variations de l'excentricité et du périhélie, il est clair que cette dépendance ne doit point ensuite être invoquée comme moyen de contrôle. Mais si au contraire on détermine *d'une manière distincte, par des développements ou par des chiffres n'ayant rien de commun*, les variations de l'excentricité et du périhélie, et c'est ce que je fais toujours, n'est-il pas de toute évidence que la relation qui lie ces variations l'une à l'autre fournira alors une preuve réelle et infaillible. En général, toute vérification est une relation entre les inconnues d'un problème. Au lieu de la garder comme moyen de contrôle, *on peut* l'introduire dans la solution ; mais il n'est pas logique d'en conclure qu'*on soit forcé* de le faire.

» *J'ai supposé que les perturbations indiquées provenaient du développement des variations de l'excentricité et du périhélie, tandis qu'elles viennent de celui de l'inégalité à longue période du moyen mouvement.* Il serait facile de montrer qu'il n'existe dans ma Note aucune hypothèse à cet

égard. Mais il importe peu; car j'avouerai sans difficulté que je n'aurais pas songé à déduire du développement de la variation à longue période du moyen mouvement des perturbations présentées comme nouvelles. Dix fois Laplace recommande d'ajouter les perturbations à longue période au moyen mouvement de la planète et non à la longitude vraie; et enfin, en parlant précisément de la perturbation à longue période d'Uranus, il s'exprime ainsi : « *Cette inégalité doit être appliquée au moyen mouve-* » *ment de la planète, à cause de la longueur de sa période.* » Comment aurais-je soupçonné que M. Delaunay lui reprochait de ne l'avoir pas appliquée au moyen mouvement?

» *Mais j'ai dit de certaines perturbations qu'elles n'existent pas, tandis qu'elles existent; seulement on ne doit pas les ajouter aux tables que nous possédons.* Les astronomes n'attacheront, je crois, qu'un médiocre intérêt à savoir si des termes qui ne doivent pas entrer dans leurs tables existent ou n'existent pas. Montrons cependant que ceci n'est qu'une difficulté de mots, venant de ce que M. Delaunay leur accorde quelque sens absolu qu'il n'explique pas et qui ne saurait être admis.

» La longitude d'une planète n'éprouve réellement de la part d'une autre planète qu'une seule déviation, la quantité angulaire dont elle s'écarte de sa position elliptique; et ce n'est que de cet écart unique qu'on peut dire d'*une manière absolue* qu'il existe. Lorsque dans l'impossibilité où nous sommes de le calculer par un seul terme, nous le décomposons en plusieurs parties, le problème devient indéterminé, et pourvu que la somme de ces parties représente l'écart unique de la longitude, tout le reste est arbitraire et de convention. On peut varier la forme de manière à introduire explicitement tel ou tel terme, qui ne se trouve pas dans la forme reçue. Dire d'un de ces termes qu'il existe ou qu'il n'existe pas, ce serait donc employer une phrase complétement vide de sens, si on ne la prenait pas *dans une acception relative, signifiant que le terme considéré doit ou ne doit pas entrer explicitement dans les tables en usage.* En accordant que ses perturbations ne doivent pas figurer dans nos tables, M. Delaunay a ainsi accordé qu'elles n'existaient pas, suivant le seul sens qu'on puisse attacher à cette expression. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur de la pluie observée par un ciel complétement serein; par* M. **Bodson de Noirfontaine.**

« Le 21 avril, vers deux heures et demie du soir, par un ciel parfaitement serein, je me trouvais sur le glacis de l'enceinte, à la gauche de la

route de Flandre, seul et loin de toute habitation. Je ressentis à plusieurs reprises, sur le visage et sur les mains, l'impression de quelques gouttes d'eau très-fines, mais qui paraissaient lancées avec force.

» Je n'y fis d'abord que peu d'attention, mais ayant ensuite traversé la route et m'étant approché d'un atelier de sapeurs occupés à élever un talus, j'éprouvai encore la même sensation, et vis très-distinctement des gouttes de pluie sur mes mains. J'en témoignai ma surprise, lorsque le sergent et plusieurs sapeurs me dirent qu'il *pleuvait* ainsi depuis plusieurs heures.

» Les gouttes qui tombaient n'étaient ni assez grosses ni assez abondantes pour pouvoir être remarquées sur le sol.

» J'observai le ciel avec attention, et n'y vis pas la moindre trace de nuages ni de vapeurs. Le vent soufflait avec assez de force du nord-nord-est; la température, qui avait été basse jusque là, commençait à s'adoucir. Les jours suivants elle s'est en effet considérablement élevée, et le vent a tourné au sud par l'est.

» Le lendemain 22, me trouvant à peu près au même point et à la même heure, j'éprouvai encore une fois le même effet. Le ciel était moins pur que la veille. On remarquait bien à sa partie supérieure quelques nuages blancs, très-petits, à peine formés, à contours incertains et très-éloignés les uns des autres; mais leur position, relativement à la direction du vent, et la hauteur à laquelle ils paraissaient se trouver, étaient telles qu'il n'est nullement probable que les rares gouttes d'eau que j'ai reçues pussent en provenir. »

GÉOLOGIE. — *Sur un minerai de fer des forêts de l'Isle-Adam et de Carnelle.* — Lettre de M. THOMAS.

« L'Académie a reçu communication de la découverte d'un minerai de fer en grains sur les hauteurs de Meudon, et ce fait a été signalé comme nouveau dans les terrains des environs de Paris; je viens donc vous donner connaissance que je l'ai déjà reconnu dans les forêts de l'Isle-Adam et de Carnelle, et que le minerai dans ces localités est tellement abondant, que j'ai cru pouvoir solliciter, au mois de mai 1841, l'autorisation d'y établir un haut-fourneau. Ce fait est connu de MM. *Poirier de St.-Brice* et *Couches*, ingénieurs, qui ont fait leurs rapports à l'administration; de M. *Fournel*, ingénieur, qui a fait sur ce gisement un travail géologique; enfin de trois membres de l'Académie elle-même, MM. *Brongniart* et vi-

comte *Héricart de Thury*, qui ont vu les échantillons, et M. *Payen*, qui a visité le gisement. »

(Cette Lettre est renvoyée à la Commission chargée de faire un rapport sur une Note communiquée récemment par M. Robert.)

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la préparation du calomel très-divisé qu'on appelle calomel à la vapeur.* — Lettre de M. SOUBEIRAN à M. *Dumas*.

« ...Vous savez que les médecins français et anglais font usage presque exclusivement du mercure doux préparé à la vapeur; ils le trouvent plus actif et d'un effet plus sûr. Le mode de préparation connu est celui de Josias Jewel avec les modifications qui lui ont été apportées par M. Ossian Henry. Il consiste à faire arriver dans un récipient commun de la vapeur d'eau et de la vapeur de calomel. Nos fabricants de produits chimiques suivent ce procédé; je m'en sers depuis plusieurs années à la Pharmacie centrale, et je suis loin d'en être satisfait. L'opération est fort difficile à conduire; elle demande une grande habitude de la manipulation et trop souvent il survient des accidents qui font perdre une grande partie du produit; d'ailleurs il faut bien dire que le calomel à la vapeur préparé en France n'a ni la blancheur ni la finesse de celui qui nous est envoyé d'Angleterre. Aujourd'hui je viens vous présenter et vous prier de communiquer à l'Académie un mode de préparation très-supérieur à tout ce que nous connaissons. Je n'entretiendrais pas la savante Académie d'un simple procédé opératoire, si celui-ci, par sa singularité, n'avait frappé les personnes auxquelles je l'ai communiqué et si d'ailleurs il ne s'appliquait à un produit pour lequel, jusqu'à ce jour, nous n'avons pu lutter avec les fabricants anglais. A la vapeur d'eau qui s'interposait entre les particules du calomel en vapeur et qui les empêchait de se réunir, je substitue un courant d'air qui, passant sur le mercure doux chauffé, entraîne la vapeur à mesure qu'elle se forme et la condense sous la forme d'une poudre subtile. A cet effet, je chauffe le calomel dans un tube de terre, au milieu d'un fourneau, et je dirige constamment dans l'intérieur du tube le souffle d'un petit ventilateur à force centrifuge du mécanicien Dulché; il balaye la vapeur et va la porter dans des récipients. Si l'on opérait dans des tuyeaux droits, une partie du calomel serait portée à plus de 20 mètres de distance. J'évite cet inconvénient en terminant l'appareil par un tuyau qui s'enfonce d'une petite quantité dans l'eau; l'air qui se présente sans cesse pour sortir détermine un clapotage qui mouille la poudre de calomel et détermine sa précipitation. Ce système

de fermeture ne laisse rien à désirer. Il ne me reste, pour donner au procédé toute sa perfection, que d'arrêter définitivement la forme et la nature des vases de chauffe. Je n'ai pu en trouver dans le commerce qui réunissent les conditions désirables, ce qui m'oblige à remettre à un autre moment la description complète du procédé ; mais je puis dire que l'idée dont il est l'application a été si heureuse, que j'ai réussi dès la première opération. J'ai fait répéter l'opération à plusieurs reprises par des élèves qui, dans ce travail tout nouveau, n'ont été arrêtés par aucune difficulté imprévue, même en opérant sur 1 et 2 kilogrammes de matière. Vous pouvez juger par l'échantillon qui accompagne ma Lettre, de l'excellence du résultat. Je pense que le même système d'opération pourra être appliqué à la division d'autres matières volatiles. »

M. Petit adresse de nouvelles remarques relatives au Rapport fait dans la séance du 21 mars 1842 sur diverses communications relatives aux effets qui peuvent résulter de *l'usage des eaux alcalines dans les affections calculeuses.*

M. Pelouze, après avoir pris connaissance de cette Lettre, déclare que la Commission dont il était le rapporteur n'a trouvé dans les diverses réclamations auxquelles ce rapport a déjà donné lieu rien qui pût changer l'opinion qu'elle a exprimée ou l'engager à en modifier l'expression.

M. Raphelis prie l'Académie de se faire rendre compte d'un travail qu'il lui a adressé l'an passé et qui a pour titre : « *Nouvelle méthode pour la liquidation des intérêts simples.* »

M. Arago donne communication d'une lettre de M. Jobard relative aux expériences qui vont être faites en Belgique sur une grande échelle, dans le but de jeter du jour sur les *causes des explosions des machines à vapeur.* M. Jobard exprime le désir de voir les savants français prendre part à ce travail en indiquant les questions dont on pourrait espérer obtenir la solution dans ces recherches et les procédés auxquels il conviendrait d'avoir recours.

M. le Président engage MM. les Membres de l'Académie qui se sont le plus spécialement occupés de ces sortes de questions, et en particulier MM. Arago, Regnault, Dumas et Séguier, à se mettre directement en rapport avec M. Jobard et à lui suggérer les indications qu'ils jugeront convenables.

M. **Démidoff** transmet les tableaux des observations météorologiques faites par ses ordres, à Nijné-Taguilsk et à Vicimo-Outkinsk, pendant les cinq derniers mois de l'année courante. Nous espérons pouvoir bientôt mettre sous les yeux des lecteurs le résumé général de l'année 1841.

M. **de Humboldt** adresse les résultats des immenses calculs que M. **Lehmann** vient de terminer, sur l'éclipse totale de soleil du 8 juillet prochain. Ces calculs pourront servir à dresser des cartes où toutes les circonstances de la future éclipse seront exactement indiquées pour les principaux lieux de la Terre.

M. **Groves**, membre de la Société Royale de Londres, écrit relativement à des expériences qui ont été faites en Toscane pour constater la valeur d'une invention que M. *Papadopoulo* a depuis soumise au jugement de l'Académie (une cuirasse en feutre que M. Papadopoulo annonçait comme devant être à l'épreuve de la balle). Ces expériences eurent lieu devant une commission de quatre membres nommée par le Congrès scientifique de Florence, et de cinq officiers d'artillerie désignés par S. A. R. le grand-duc de Toscane. Elles furent faites en présence de M. Papadopoulo et continuées jusqu'au moment où il jugea qu'elles avaient été poussées assez loin, le résultat de chaque coup ayant été constamment de traverser la cuirasse. La poudre dont on se servit pour charger les armes était de la poudre de munition ordinaire fournie, ainsi que les pistolets, par les ordres du Grand-Duc. M. Groves croit, en sa qualité de membre de la Commission, devoir protester contre des récits publiés dans quelques journaux, récits auxquels M. Papadopoulo est sans doute étranger, mais qui sont calomnieux pour les personnes qui ont pris part aux expériences, puisqu'ils donnent à entendre qu'on aurait, dans des intentions malveillantes, substitué à la poudre ordinaire une poudre beaucoup plus forte, que les essais auraient été faits en l'absence de M. Papadopoulo, etc.

M. **Redman Coxe** adresse de Philadelphie une Notice imprimée sur l'*Agaricus atramentarius*, cryptogame qui fournit une matière atramentaire dont on parviendrait peut-être à tirer parti dans l'industrie.

C'est ce champignon qui a fourni le noir pour l'encre avec laquelle a été imprimée la brochure de M. Coxe, ainsi que les gravures en taille-douce qui l'accompagnent. La lettre d'envoi est de plus écrite avec la substance colorante de cet agaric, simplement délayée dans l'eau.

M. **Trinquant** adresse quelques considérations sur les causes auxquelles on pourrait attribuer les différences qu'on dit avoir observées dans la rapidité avec laquelle s'oxydent les rails des chemins de fer, suivant qu'ils sont parcourus par les waggons toujours dans le même sens, ou alternativement dans deux sens opposés. Selon M. Trinquant, la surface de ces pièces de fer devient plus polie quand le mouvement a toujours lieu dans le même sens, ce qui devrait contribuer à rendre l'oxydation plus lente.

M. **Wartman** adresse deux paquets cachetés.

L'Académie en accepte le dépôt.

A quatre heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique présente comme candidats pour la place de correspondant vacante dans cette Section :

MM.	Burdin,	à Clermont-Ferrand;
	Eytelwein,	à Berlin;
	Séguin,	à Annonay;
	Venturoli,	à Rome.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante par la mort de M. *d'Aubusson*.

MM.	Andrea del Rio,	à Mexico;
	Karsten,	à Berlin;
	Naumann,	à Freyberg;
	Fournet,	à Lyon;
	Sefström,	à Fahlun.

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATA. (Séance du 25 avril 1842.)

Page 597, après la fin de la phrase *ou en d'autres termes que ses molécules sont plus rapprochées*, il faut faire suivre tout le texte compris entre *j'ai montré dans mon premier Mémoire* (*Annales de Chimie*, t. IV) (page 598) et finissant *ces expériences ne sont pas encore assez complètes pour que je puisse en donner maintenant les résultats*. (p. 600).

Page 625, avant-dernière ligne, au lieu de *Indigo ferra*, lisez *Indigoferra*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 17, in-4°.

Leçons sur l'Histoire naturelle des corps organisés, professées au Collége de France par M. DUVERNOY; *deuxième fascicule, comprenant le programme des cours de* 1840 *et* 1841 *et un Essai sur le caractère actuel de l'histoire naturelle des Êtres organisés;* Paris, 1842, in-8°.

Excursion pittoresque et archéologique en Russie, exécutée en 1839 *sous la direction de* M. DÉMIDOFF; in-fol.

Annales de la Société entomologique de France. — Communication verbale sur la Ptérologie des Lépidoptères; par M. LEFEBVRE; in-8°.

Description de quelques espèces nouvelles de Champignons; par M. LÉVEILLÉ. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*) In-8°.

Annales des Sciences géologiques; par M. RIVIÈRE; mars 1842; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; mars 1842; in-8°.

Traité pratique du mesurage des surfaces planes et cylindriques et des cubes en général; par M. DUCOURNET jeune; Agen, 1841; in-8°.

Introduction à un Mémoire sur la solution scientifique et sur l'exécution technique de la réforme générale de la Locomotion terrestre et maritime; par M. H. WRONSKI; avril 1842; in-8°.

Mémoires et Comptes rendus de la Société d'émulation du département du Doubs; décembre 1841; in-8°.

Recueil agronomique, publié par les soins de la Société des Sciences, Agriculture et Belles-Lettres du département de Tarn-et-Garonne; tome XXII; décembre 1841; in-8°.

Mémorial. — Revue encyclopédique; mars 1842; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; n° 74; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 avril 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; mai 1842; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mai 1842; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; avril 1842; in-8°.

A brief... *Courte description de l'Agaricus atramentarius, avec la description de quelques-unes de ses singulières propriétés; par* J.-B. COXE; Philadelphie; 1842; in-8°.

Guy's hospital... *Comptes rendus de l'Hôpital de Guy, publiés par* MM. BARLOW *et* BABINGTON; n° 13, octobre 1841; et n° 14, avril 1842; in-8°.

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin et destinés à la publication;* février 1842; in-8°.

Die sonnenfinsterniss... *Éclipse de Soleil du* 8 *juillet* 1842; *par* M. J.-H.-W. LEHMANN; Brandebourg, 1842, in-8°.

Cenni... *Essai historico-statistique sur les épidémies de Varioles observées dans la province de Vérone depuis l'introduction du vaccin jusqu'à l'année* 1838; *par* M. D. RIGONI-STERN; Vérone, 1841; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 18.

Gazette des Hôpitaux; n° 50 à 52.

L'Écho du Monde savant; n° 724 et 725.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 252.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 18.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note de* M. **Combes**, ingénieur en chef des Mines, chargé du service des machines à vapeur du département de la Seine. Communiquée par M. **Cordier** (1).

« Le convoi qui revenait hier de Versailles à Paris (dimanche 8 mai), entre $5^h\ 30^m$ et 6^h du soir, était traîné par deux locomotives, l'une de petites dimensions, à quatre roues, placée en tête du convoi avec son tender, l'autre de grandes dimensions, à six roues, construite par Sharp et Roberts, suivant immédiatement la première avec son tender, et à la suite étaient les diligences ou waggons chargés de voyageurs.

» A 47 mètres de distance environ, avant d'arriver à la route départementale n° 40, autrement dite le *Pavé des Gardes*, l'essieu antérieur de la

---

(1) Les renseignements contenus dans cette Note ont été recueillis par M. Combes conjointement avec M. de Sénarmont, ingénieur ordinaire des Mines, qui est aussi attaché au service des machines à vapeur du département.

petite locomotive s'est rompu à ses deux bouts, près des renflements qui sont encastrés dans les boîtes des roues. Cet essieu est tombé sur le chemin, entre les deux lignes de rails; nous l'y avons retrouvé ce matin: la cassure du fer était lamelleuse à grandes lames. L'essieu avait 9 centimètres de diamètre. La locomotive ainsi privée de son essieu antérieur a continué d'avancer. On ne voit pas que l'avant du train ait commencé à labourer le sol avant le point où le chemin de fer est traversé à niveau par la route départementale n° 40. Ici il y a eu un choc contre la pièce placée parallèlement au rail, et formant avec celui-ci une coulisse ou rainure dans laquelle circule le rebord saillant de la roue extérieure des locomotives. La petite locomotive antérieure a encore avancé de 25 mètres environ au delà de ce point, et est allée s'arrêter contre le talus de la tranchée dans laquelle le chemin de fer est placé, un peu au delà de la route départementale.

» Cette locomotive était encore ce matin couchée dans le fossé du chemin, au pied du talus bordant le chemin du côté du sud; l'essieu conducteur coudé de la locomotive, qui était placé à l'arrière, était rompu en un seul point, et la rupture paraissait avoir été produite par un effort de torsion. Le tender de la petite locomotive était renversé et brisé; la grande locomotive de Sharp et Roberts, qui suivait la première, était renversée en travers du chemin, couchée sur le flanc, la grille tournée du côté de la petite locomotive antérieure. Les essieux de cette locomotive ont été détachés, tordus, mais non rompus. Le tender de la grande locomotive brisé était à côté de la machine. Les chaudières n'ont point été rompues, pas plus celle de la grande que celle de la petite locomotive; la boîte à fumée de la grande machine et le couvercle de l'un des cylindres moteurs ont seulement été défoncés et brisés par le choc contre la locomotive antérieure. Il paraît que les cinq premières voitures contenant des voyageurs ont sauté par-dessus les locomotives qu'elles ont choquées, et que les charbons embrasés de la grande locomotive ont jailli sur la chaudière de la petite locomotive et sur les voitures. Le feu a pris avec une rapidité prodigieuse, en dévorant d'abord les caisses ou étuis en bois qui renferment les chaudières des locomotives, et qui lui ont fourni un aliment très-actif. La flamme a envahi les voitures fermées contenant les voyageurs, et dont l'une a été consumée, à ce qu'il paraît, dans un intervalle de temps de dix minutes. Tous les voyageurs qui étaient dans cette voiture ont péri, et les corps ont été brûlés au point qu'ils étaient tout à fait méconnaissables, et que M. le Préfet de Police a donné l'ordre de les enterrer au cimetière du Mont-Parnasse, sans les déposer à la Morgue. Le nombre des personnes tuées était hier au soir de 41; le

nombre des blessés est évalué par M. le commissaire de police de Meudon, à 60 environ, dont plusieurs se sont dispersés dans la campagne. Le mécanicien en chef du chemin de la rive gauche et 4 chauffeurs sont au nombre des morts.

» Sans entrer dans la discussion des causes du sinistre, il sera évident pour tout le monde que la locomotive à quatre roues en est la cause principale, et il semble que les machines de ce genre ne devraient plus être employées.»

Note de M. **Biot.**

« Un grand nombre de voyageurs, victimes de ce malheureux accident, n'ont péri que parce qu'ils étaient enfermés *sous clef* dans les voitures. Cette mesure, qui a sans doute été prise pour prévenir les effets des imprudences individuelles, expose constamment la généralité des voyageurs à un danger commun.

» Je crois devoir ajouter l'observation suivante :

» Sur le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, la machine à feu, avec son *tender,* est toujours séparée du convoi de voyageurs par un cadre vide, qui ne porte rien qu'un essieu de rechange. Il y a de plus, en tête de la première voiture, un appareil fort simple, placé sous la main du conducteur de cette voiture même, au moyen duquel celui-ci peut, *instantanément,* séparer tout le convoi de la machine motrice et l'arrêter, en enrayant les quatre roues de la voiture qu'il conduit. »

« M. **Élie de Beaumont** appuie l'observation de M. Biot. Il cite l'exemple des chemins de fer de la Belgique, où les voitures sont disposées de manière à ce que les voyageurs puissent en sortir de leur propre mouvement, et où cette disposition n'entraîne aucun inconvénient sous le rapport si important aussi de la police des convois (1).

» M. Élie de Beaumont ajoute que l'emploi simultané de deux locomotives

---

(1) Les voitures en usage sur la plupart des chemins de fer, sont de *simples imitations* des caisses et des coupés des diligences employées sur les routes ordinaires. La disposition des voitures employées sur les chemins de fer de la Belgique présente au contraire une *invention appropriée* au nouveau mode de locomotion. Peut-être ferait-on bien de suivre cet exemple, en perfectionnant le plan s'il est possible. L'ingénieuse simplicité des moyens d'entrée et de sortie des *omnibus parisiens* a probablement beaucoup contribué à leur succès et à la faible proportion des accidents qu'ils ont occasionnés.

pour un même convoi lui paraît une combinaison dangereuse à laquelle on devrait renoncer (1).

» Lorsqu'on réunit deux locomotives, chacune d'elles conserve ses chances individuelles de rupture, par conséquent le convoi remorqué par elles deux est exposé de ce côté à *deux dangers au lieu d'un.*

» De plus, les dangers sont rendus plus grands en même temps que plus multipliés. Lorsqu'une locomotive se dérange, elle tend ordinairement à s'arrêter, et la vitesse a souvent le temps de s'amortir avant qu'aucun choc n'ait eu lieu. Mais s'il y a deux locomotives dont une seule se dérange, celle qui continue à fonctionner aggrave la position de la première en l'obligeant à avancer, et elle augmente les dangers du convoi en travaillant à conserver la vitesse acquise, qui est alors le principal embarras.

» Enfin lorsque deux locomotives sont liées l'une à l'autre, chacune d'elles, par le seul fait de cette liaison, se trouve plus exposée que lorsqu'elle marchait isolément. Indépendamment de ses chances naturelles de rupture, elle en acquiert de nouvelles par le seul effet de son intercalation dans un système complexe dont elle n'est plus le régulateur. La réaction de l'une des machines sur l'autre est une nouvelle source de chocs et de tiraillements qui empire la condition de chacune des deux. Quand une locomotive qui fléchit est poussée par une autre que rien ne retient, il ne peut manquer d'en résulter des efforts irréguliers qui ont beaucoup de chances pour se porter principalement sur l'essieu de devant de la locomotive antérieure. A Bellevue c'est cet essieu qui a cassé et qui a causé tout le désastre.

» Traîner une foule nombreuse avec une vitesse de 10 lieues à l'heure, est une opération assez délicate de sa nature, pour que rien de ce qui en intéresse le succès ne soit traité expéditivement. L'impatience du public, les retards et les embarras qui peuvent résulter du grand nombre des convois, ne sauraient dispenser de les multiplier assez pour que tous les voyageurs qu'on accepte soient transportés par des mécanismes agissant dans leur *état normal.* C'est déjà s'écarter de l'état normal, que d'obliger à marcher de compagnie des machines qui ont été inventées et construites pour marcher isolément. Une locomotive, quelque admirable que soit son mécanisme, n'est qu'un instrument sans instinct, incapable de régler son mouvement sur celui de son compagnon, comme un cheval le fait naturellement.

---

(1) Sauf le cas où l'on emploie des *machines de renfort* pour monter avec de faibles vitesses des rampes très-inclinées qui, au reste, devraient elles-mêmes être évitées.

On ne parvient que très-difficilement à faire marcher deux horloges parfaitement d'accord; comment pourrait-on espérer de faire marcher d'accord deux locomotives, surtout dans les changements de vitesse et de direction? Deux locomotives réunies présentent deux centres d'impulsion (deux chaudières) et deux volontés (1) (deux chauffeurs qui ne peuvent s'entendre qu'imparfaitement). Il y a là quelque chose d'essentiellement contraire à l'*unité*, qui n'est pas moins nécessaire pour la bonne direction d'un *convoi de 500 personnes*, que pour celle d'un *vaisseau du premier rang*. »

M. **Arago** ayant appris, pendant la lecture de la Note de M. Combes, que M. **Dumont-d'Urville** se trouvait sur le convoi qui a éprouvé le sinistre, propose à l'Académie de charger deux de ses membres de porter au savant navigateur, si l'on est assez heureux pour qu'il ait échappé au désastre, l'expression de l'intérêt de la Compagnie.

MM. Ad. Brongniard et Gaudichaud sont désignés à cet effet.

ZOOLOGIE. — *Aperçu sur un Ouvrage relatif à l'anatomie des insectes diptères; par* M. **Léon Dufour**.

« L'histoire des insectes, telle que je la comprends, embrasse les études simultanées et parallèles des formes extérieures et de l'organisation intérieure. Déduire rationnellement les habitudes et le genre de vie, de la structure et de la combinaison des organes renfermés dans les cavités du corps, et préjuger de l'existence de ces organes par les actes de l'animal, c'est là incontestablement de la science. C'est dans cet esprit qu'est conçu l'ouvrage sur l'anatomie et la physiologie des insectes diptères que j'ai présenté à l'Académie pour le concours des prix Montyon. Sur les huit ordres qui composent l'Entomologie, celui-ci est le septième qui a été soumis à mon

---

(1) Il n'y a peut-être qu'un cas où l'intervention d'une seconde volonté pourrait être utile dans la conduite d'un convoi : c'est celui où l'imminence d'un danger rendrait convenable d'*arrêter les waggons par eux-mêmes en les détachant de la locomotive*. J'ai entendu énoncer à ce sujet un vœu qui me paraît très-bien motivé. Ce serait que tout convoi fût combiné de manière à ce que *les freins de toutes les voitures pussent être serrés simultanément et instantanément*.

Des waggons remplis seulement de matières brutes ou mieux encore des systèmes élastiques, placés en avant et en arrière des voitures à voyageurs, pour recevoir et amortir les chocs qui leur seraient destinés, sont aussi une précaution si simple et si facile qu'elle ne devrait jamais être omise.

scalpel. Il ne m'en restera plus qu'un à disséquer pour avoir passé en revue toute la classe immense des insectes.

» Considérés sous le point de vue du nombre des espèces et des individus, les diptères sont de toute la zoologie l'ordre d'animaux le plus répandu sur le globe. Leurs larves pullulent dans toutes les matières animales ou végétales en décomposition, et il n'est pas de conditions de sol et de température qui ne soient peuplées de leurs cohortes ailées. La Providence leur a confié, n'en doutons point, une grande, une importante mission, et lorsque Linné disait qu'un lion ne dévorait pas plus vite un cadavre que ne le feraient trois mouches de l'espèce de celles qui mettent au monde des milliers de vers vivants, son assertion n'était pas aussi hyperbolique qu'on pourrait le croire.

» Voyez comme la puissance créatrice a tout calculé, tout prévu dans un but général de conservation et d'harmonie, comme elle sait rapprocher d'un mal inévitable un remède nécessaire! Ce vaste marais qui répand au loin ses miasmes délétères a pour correctif la production incessante de l'oxygène par les saules, les roseaux de sa rive, par les typha, les scirpes, les nymphæa de ses eaux. Mais par le fait même de l'envahissement de l'élément liquide par ces végétaux, il en résulte une plus grande stagnation de l'eau, une macération de leurs dépouilles, une décomposition organique, un foyer de nouveaux dégagements méphitiques, un berceau de nouveaux êtres organisés. Le correctif est encore là. Ces myriades de mouches à habitudes sédentaires, loin d'être les agents de la corruption, s'occupent à rendre à la vie ces atomes décomposés, à les passer à l'alambic de leurs organes digestifs, à les transformer en éléments nutritifs, à diminuer ainsi la somme de matière putréfiable. Admirons donc, si nous ne savons pas le comprendre et l'expliquer, ce cercle éternel de circonstances où la vie et la mort, toujours aux prises, amènent en définitive la conservation de l'existence et le maintien des harmonies.

» Les exigences scientifiques de l'époque m'ont fait attacher la même importance à l'autopsie d'un moucheron qu'à celle d'un quadrupède; la taille ne fait rien au sujet. Mes recherches actuelles reposent sur des milliers de vivisections pratiquées sur cent quatre-vingt-cinq espèces choisies dans les principaux groupes de l'ordre. Il est beau de rencontrer dans ces mouches, ces cousins, que méprise ou dédaigne le vulgaire, un plan d'organisation qui les rattache si admirablement aux animaux considérés comme les plus parfaits, que, pour la description de leurs appareils de la vie, on peut leur adapter la nomenclature anatomique consacrée depuis des siècles.

» Permettez-moi de vous dérouler dans une esquisse rapide la composition de ces appareils. Et d'abord voyons le *système nerveux*. Le *cerveau* est hermétiquement renfermé dans une enveloppe *cranienne;* il est formé de deux *hémisphères* semblables, continus par leurs bases; il fournit des paires régulières de nerfs aux organes des sens; il se prolonge hors du crâne en un cordon *rachidien*, simple dans les diptères, tandis qu'il est double dans les autres ordres d'insectes. Dans son trajet, ce cordon a ou un chapelet de ganglions qui est de neuf dans la tipule, le cousin, l'asile, le bombyle; de sept dans le tabanus, le stratiome, le rhagio; de trois dans le syrphe, de deux dans le conops, ou, comme dans la mouche, un seul fort grand occupant le thorax. Tous ces centres nerveux, tous ces ganglions émettent des paires de nerfs régulières qui distribuent la sensibilité à tous les organes, à tous les tissus.

» Un seul appareil cumule, dans les insectes, la respiration et la circulation. Ici, comme dans les grands animaux, la molécule nutritive a besoin, pour devenir propre à la fonction réparatrice, de recevoir le baptême de l'air; mais dans les êtres à appareil respiratoire circonscrit, c'est le sang qui, dans ses évolutions circulatoires, vient demander le bénéfice de l'oxygène, tandis que dans les insectes, c'est ce principe vivifiant qui, dans ses mille canaux vasculaires, va chercher jusque dans les derniers recoins de l'organisme les éléments réparateurs. Telle est la véritable, la seule circulation des insectes; mais ces vaisseaux aérifères n'ont pas, dans tous nos diptères, la même forme, la même structure. Il en est de tubuleux ou élastiques, qui se ramifient absolument comme les vaisseaux sanguins des vertébrés; ceux-là sont essentiellement circulatoires. Il en est d'utriculaires ou membraneux, destinés à engouffrer l'air, comme les ballons ou les aérostats; ils sont destinés à favoriser la progression aérienne ou le vol. Sous le rapport de la présence de ces aérostats, les relevés statistiques de mes dossiers d'observations m'ont offert des résultats du plus piquant intérêt. Les diptères, qui ont une vie très-active, un vol soutenu et bourdonnant, ont des ballons abdominaux, et ceux-ci manquent complétement dans une populeuse nation de ces diptères voués à une vie paisible, à des habitudes sédentaires, à un vol intermittent et muet. Des modifications curieuses et souvent inexplicables s'offrent dans la chaîne générique de ces insectes.

» Vous allez voir une singulière concordance de nomenclature anatomique dans les organes digestifs. On y distingue des *glandes salivaires* qui versent dans la bouche le produit de leur sécrétion, un *œsophage,* une *panse,* un *estomac,* parfois un *gésier,* un *ventricule* où s'élabore le chyle

et où s'abouche un organe *hépatique* muni d'un *canal cholédoque;* enfin, un gros intestin avec un *rectum* destiné au séjour des excréments. Vous trouverez dans nos mouches des espèces destinées à vivre de sang ou de proie vivante, d'autres qui hument le nectar des fleurs ou qui lèchent d'imperceptibles mucilages. La longueur respective du tube de la digestion est intéressante à étudier dans la série des genres, depuis le cousin, où il n'a que la longueur juste du corps, jusqu'à l'hippobosque, où cette longueur a huit à neuf fois celle de l'insecte. Cette progression croissante de l'étendue du tube digestif à mesure que l'organisation est moins élevée, est un fait aussi curieux que rigoureusement établi.

» Poursuivons ces mêmes considérations générales dans les appareils de la génération des deux sexes. Les mâles ont toujours des organes binaires et symétriques pour la sécrétion et la conservation du sperme. J'ai fait connaître, dans les insectes des autres ordres, des *testicules* multicapsulaires; ceux des diptères sont toujours simples, c'est-à-dire unicapsulaires, mais de configurations diverses, souvent revêtus en dehors d'une tunique brune. Les *conduits déférents* varient pour leur longueur, et l'on y découvre quelquefois un *épididyme*. Les *vésicules séminales* existent par paires. Quand elles viennent à manquer, comme dans la mouche ordinaire, la nature y a suppléé par de nombreux replis du *canal éjaculateur;* celui-ci a quelquefois un réservoir *spermatique* indépendant des vésicules. L'*armure copulatrice,* garantie de la conservation des types, présente dans sa structure des combinaisons étonnantes du nombre et de la configuration des pièces constitutives. La *verge* a parfois un *gland* et un *prépuce*. J'ai signalé dans les asiles la présence d'un véritable *scrotum* qui renferme les deux testicules avec la trace d'un *raphé*.

» Les femelles de nos diptères sont, les unes, et c'est l'immense majorité, *ovipares,* d'autres *vivipares;* un petit nombre est *pupipare,* c'est-à-dire qu'il y a accouchement d'une chrysalide. Les *ovaires* se composent de *gaînes ovigères,* uni- ou pluri-loculaires, d'un *calice* où se déposent les œufs à terme, d'un *col* qui les transmet à un *oviducte,* et celui-ci à un *oviscapte,* instrument destiné à enfoncer les œufs dans un milieu plus ou moins résistant. Mes dissections m'ont mis à même de constater la viviparturition dans des espèces bien plus nombreuses qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. L'insecte ne manque pas pour cela d'ovaires; il pond ses œufs dans l'intérieur du corps, où ils éclosent dans un organe particulier, que j'ai nommé *ovo-larvigère,* et les petits sont expulsés par le *vagin* et la *vulve*. »

RAPPORTS.

M. **Séguier** fait, au nom d'une Commission, un rapport sur une Note présentée par M. **Papadopoulo Vreto**, concernant une cuirasse en lin feutré que l'inventeur désigne sous le nom de *Pilima*, et qu'il représente comme à l'épreuve de la balle, du moins de la balle lancée par un pistolet de guerre.

MM. les commissaires s'étant bornés à rendre compte des expériences qu'ils ont faites pour vérifier les assertions de M. Papadopoulo, et n'ayant point donné de conclusions, plusieurs membres font remarquer que le rapport ne peut, sous cette forme, être soumis à l'approbation de l'Académie. M. Séguier déclare qu'il est prêt à présenter des conclusions qui lui semblent se déduire naturellement des expériences dont il vient de faire connaître les résultats; mais l'autre commissaire, M. Piobert, étant pour le moment absent, il ne se croit pas en droit de modifier un rapport qui leur est commun. Il demande en conséquence à attendre le retour de M. Piobert pour présenter une seconde fois à l'Académie le rapport en lui donnant la forme accoutumée.

Cette proposition est adoptée.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un correspondant pour une place vacante dans la section de Minéralogie et de Géologie.

Avant que le scrutin commence, M. *Babinet* fait remarquer que dans l'impression du *Compte rendu* de la dernière séance, on a donné seulement les noms des candidats présentés par la Section, et qu'on a oublié de faire mention de celui de M. *Weiss*, qui a été ajouté à la liste par l'Académie. La mention de cette remarque dans le *Compte rendu* de la présente séance réparera l'omission signalée.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 36 :

M. del Rio obtient.....	23	suffrages.
M. Fournet...........	8	
M. Weiss..............	5	

M. DEL RIO, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination d'un correspondant pour une place vacante dans la section de Mécanique.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 35 :

M. Burdin obtient......	31 suffrages.
M. Séguin..............	2
M. Venturoli...........	1

Il y a un billet blanc.

M. BURDIN, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la digestion; par* MM. **BOUCHARDAT** *et* **SANDRAS**.

(Commissaires, MM. Magendie, Flourens, Dumas, Milne Edwards, Payen.)

« Les expériences que nous exposons dans ce Mémoire, disent les deux auteurs, conduisent à une théorie de la digestion qui nous paraît à la fois simple et rationnelle. En la présentant nous ferons voir en quoi elle diffère des théories jusqu'à présent proposées.

» On admet généralement que les aliments introduits dans l'estomac sont convertis en une substance homogène, pultacée, grisâtre, d'une saveur douceâtre, fade, légèrement acide, qui conserve quelques propriétés des aliments et qu'on nomme chyme. On admet que ce chyme ainsi élaboré parvient dans l'intestin grêle, où il est absorbé par les orifices des vaisseaux chylifères et transformé en chyle.

» Nous croyons que nos expériences mettent quelque chose de réel à la place de ce chyme imaginé par les physiologistes.

» Nous croyons que ce qu'on a désigné sous le nom de chyme est un mélange composé de résidus d'aliments non dissous, dont la dissolution se continue peut-être lentement dans les circonvolutions intestinales, d'excrétions des glandes et des muqueuses intestinales, destinées à former

plus tard les matières excrémentitielles et non une bouillie spécialement préparée pour l'assimilation.

» Quant au chyle, on a supposé jusqu'ici que les aliments, dissous d'abord dans l'estomac, puis ensuite précipités et convertis en chyme, passaient dans le chyle très-divisés ou dissous de nouveau.

» Mais la fibrine teinte ne fournit point un chyle coloré.

» Le chyle recueilli pendant la digestion de l'amidon a la même composition, à très-peu de choses près, que celui qu'on recueille pendant une digestion de fibrine.

» N'est-il pas très-probable, d'après cela, que les aliments albumineux (fibrine, caséum, gluten, albumine), que les aliments féculents ne sont point transformés en chyle, comme on l'a professé jusqu'ici?

» Quel est donc le rôle de l'appareil chylifère et celui du chyle dont la plus grande production est incontestable pendant la digestion?

» L'expérience nous semble encore répondre ici que les orifices des vaisseaux chylifères sont destinés à absorber les aliments gras émulsionnés par la bile. Mais là très-probablement ne doit pas se borner le rôle d'une production aussi importante que celle du chyle. Voici l'interprétation que nous croyons pouvoir conjecturer sur les faits observés.

» Lorsque des aliments appétissants sont présentés à un animal à jeun et reçus, un travail préparatoire commence immédiatement. La salive coule abondamment dans la cavité buccale, le suc gastrique dans l'estomac. Mais lorsque le suc gastrique est produit sous l'influence du désir excité par un mets appétissant et par sa présence dans l'estomac, il contient des proportions très-notables d'acides chlorhydrique et lactique. Ces acides ont été fournis évidemment par la décomposition des sels dont l'économie animale est imprégnée, du chlorure de sodium et du lactate de soude. Or si d'un côté nous constatons la production d'acides, de l'autre nous devons trouver un produit alcalin; et c'est précisément ce que l'observation nous montre.

» Pendant que s'opère le travail de la séparation des acides chlorhydrique et lactique dans l'estomac, les glandes abdominales préparent, pour les vaisseaux chylifères et le canal thoracique un chyle, dont l'alcalinité est d'autant plus prononcée que la production acide est plus développée dans l'estomac; et ce chyle, qui n'est plus produit seulement par la transformation et l'absorption des aliments, mais par une sécrétion véritable, ira se mêler au sang, pour neutraliser exactement l'acide indispensable à la dissolution des aliments.

» Cet artifice parfaitement simple permettrait que le sang fût continuellement réparé sans changer de nature d'une façon appréciable. »

Un Mémoire de M. **Pallas**, ayant pour titre : *De l'influence de la fructification dans les phénomènes nutritifs de certains végétaux,* avait été renvoyé à l'examen de MM. Biot, Boussingault, de Mirbel et Richard; MM. de Mirbel et Richard font remarquer que le Mémoire de M. Pallas n'est point relatif à une question de botanique, comme son titre semblait l'indiquer, mais à une question d'Économie rurale et de Chimie; ils désirent en conséquence être remplacés dans la Commission. MM. Regnault et Payen sont désignés à cet effet.

M. **Lainé** adresse, pour servir aux expériences de la Commission dite *Commission de la gélatine,* divers échantillons de gélatine extraite des os, préparée pour différents usages, mais principalement pour les usages alimentaires.

(Renvoi à la Commission de la gélatine.)

Dans la même Lettre, M. Lainé annonce l'intention de soumettre au jugement de l'Académie un moyen qu'il a imaginé pour la destruction des charançons.

M. Lainé sera invité à présenter une Note sur ce sujet.

M. **Fonvielle** adresse plusieurs opuscules manuscrits et imprimés, relatifs à diverses questions générales ou particulières de *mathématiques*.

Les derniers, conformément aux usages de l'Académie, ne peuvent être l'objet d'un Rapport; les Mémoires manuscrits sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Lacroix et Liouville.

M. **Babinet** présente un journal des *observations météorologiques* faites à Reims, par M. **Coulvier-Gravier**, depuis le 15 janvier jusqu'au 30 avril 1842.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Leymerie** adresse de nouvelles remarques relatives à la *vaccine.*

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le prix concernant la variole et la vaccine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Agriculture** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 44[e] volume des « *Brevets d'Invention expirés.* »

M. **Dufrénoy** en présentant, au nom de M. **Blavier**, ingénieur en chef des Mines, un ouvrage intitulé : *Études géologiques sur le département de l'Orne*, donne, dans les termes suivants, une idée du contenu de cet ouvrage.

« M. Blavier, chargé par l'administration générale des ponts et chaussées et des mines de faire une carte géologique du département de l'Orne, a consacré trois ans à explorer les différentes communes de ce département; l'ouvrage qu'il a offert à l'Académie offre un résumé circonstancié de ses observations. Il contient une description générale des terrains nombreux qui existent dans le département de l'Orne. Placé à la limite de la Bretagne et de la Normandie, ce département participe à la fois à la constitution géologique de ces deux provinces, de sorte que tous les terrains, depuis les granites les plus anciens jusqu'aux formations de sédiment les plus modernes, y sont représentés. Il résulte de cette circonstance que l'ouvrage de M. Blavier offre un intérêt géologique que ne saurait présenter la description de la plupart des départements de la France. »

M. **Larrey** annonce son prochain départ pour l'Algérie, où il se rend par ordre de M. le Ministre de la Guerre, qui l'a chargé de l'inspection médicale de l'armée d'Afrique.

M. Larrey se propose de recueillir, pendant son séjour dans ce pays, des observations sur les points qui lui paraîtront de nature à intéresser l'Académie, et si elle avait quelques indications à lui donner à cet égard, il s'efforcerait d'y satisfaire.

BOTANIQUE. — *Note sur un nouveau maïs; par* M. **Bonafous**.

« Parmi les nombreux maïs cultivés dans le jardin de naturalisation que je dirige, il en est un qui mérite d'être l'objet d'une Note supplémentaire à mon *Histoire naturelle, agricole et économique de cette céréale*.

Son épi, un peu plus long que celui du maïs quarantain (*Zea mays subpræcox*), se distingue par la forme de son grain terminé en pointe recourbée. J'avais d'abord présenté ce maïs, il y a quelques années, à la Société royale et centrale d'Agriculture comme une simple variété, sous le nom de *maïs à bec* (*Zea mays rostrata*), lorsque j'appris que M. Robert Brown possédait, dans son cabinet carpologique, un épi parfaitement semblable, travaillé en pierre dure avec beaucoup d'art. Ce maïs, trouvé dans une rivière au Pérou, fut envoyé à cet illustre botaniste comme une véritable pétrification, mais il fut bientôt reconnu pour ce qu'il était véritablement. M. Robert Brown conclut de cette découverte que ce maïs devait être connu bien anciennement des Péruviens, ce qui m'a déterminé à en constituer une espèce : *Zea rostrata, seminibus mucronatis.*

» Aussi précoce et plus productif que le quarantain, ce maïs, qui se perpétue sans variation toutes les fois qu'on le sème isolément, mérite en même temps l'attention des botanistes et des cultivateurs. »

M. **Flourens**, en mettant sous les yeux de l'Académie la *Réponse de* MM. **Joly** et **Boisgiraud** aîné *à une réclamation de* M. **Dutrochet**, *insérée dans les Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* t. XIV, p. 577, fait remarquer que les auteurs de cette Note, ainsi qu'ils le disent eux-mêmes dans la Lettre d'envoi, n'ont eu aucunement l'intention de porter une accusation contre M. Dutrochet, et qu'ils ont voulu seulement, en rappelant ce qu'il semblait y avoir de commun dans leur travail et celui du savant académicien, faire constater leurs droits à la priorité.

Note de MM. **Joly** *et* **Boisgiraud**.

« Après avoir pris connaissance du nouveau livre de M. Dutrochet, intitulé : *Recherches physiques sur la force épipolique*, nous avons dit que nous croyons ne pas être étrangers aux modifications importantes que ce savant académicien a fait subir à ses anciennes théories sur la cause des mouvements du camphre et de la circulation du *Chara fragilis*. Nous avons même avancé que M. Dutrochet nous a fait assez souvent l'honneur d'adopter nos idées, sans indiquer toutefois la source où il les a puisées. Cet habile physiologiste déclare aujourd'hui qu'il lui est impossible de deviner ces *emprunts prétendus*, et il nous *demande de les spécifier*. Obligés, quoique à regret,

de répondre à sa réclamation, et désireux de terminer le plus tôt possible un débat où les personnes pourraient paraître plus intéressées que la science elle-même, nous chercherons à rendre nos explications tout à la fois courtes, claires et précises.

» Nous avons démontré, ce nous semble, que la plupart des erreurs commises par M. Dutrochet, étaient dues *uniquement* au défaut de propreté des appareils dont il s'était servi. Nous avons insisté longuement et à plusieurs reprises sur cette cause de si mince valeur en apparence, et cependant si importante par les résultats auxquels elle avait conduit le savant auteur de la découverte de l'endosmose. Enfin, nous avons indiqué et recommandé une foule de précautions minutieuses, mais tout à fait indispensables à la réussite complète de ce genre d'expériences.

» Cependant, à en juger par les expressions de M. Dutrochet, ce serait lui-même qui aurait découvert la cause de ses erreurs, car il dit, page 24 de ses *Recherches sur la force épipolique* : « Pour ce qui est de l'arrêt des » mouvements du camphre lorsqu'on touche l'eau avec certains corps so- » lides, *l'expérience apprend* que cet arrêt n'a lieu que lorsque ces corps » sont gras ou enduits d'une couche, même imperceptible, de graisse ou » d'huile, qu'ils peuvent tenir, par exemple, du contact des mains. »

» Et plus loin, page 93 : « *J'ai reconnu* que jamais l'immersion d'un corps » solide, quel qu'il soit, dans l'eau sur laquelle se meut le camphre, n'ar- » rête le mouvement de ce dernier, à moins que ce corps ne soit gras ou » enduit d'une matière grasse souvent inaperçue. »

» Nous demanderons à M. Dutrochet s'il s'agit, dans le premier de ces passages, de l'*expérience* qu'il a *lui-même* acquise, ou *des expériences* que *nous* avons faites longtemps avant lui pour prouver que :

» 1°. Les corps solides plongés dans l'eau, n'arrêtent le mouvement du camphre qu'autant qu'ils sont imprégnés de matières grasses ;

» 2°. Ils ne possèdent jamais le pouvoir tantôt *stimulant*, tantôt *sédatif*, que M. Dutrochet leur avait attribué dans son premier Mémoire ;

» 3°. Les doigts de l'homme eux-mêmes n'ont pas à cet égard plus de puissance que tous les autres corps ;

» 4°. Ni l'eau, ni les vases qui la contiennent ne possèdent une *activité propre*, dont le camphre serait, en quelque sorte, le révélateur ;

» 5°. Le camphre, dans quelque circonstance qu'il soit placé, ne présente jamais le phénomène physiologique de l'*habitude* ;

» 6°. Enfin, moyennant les précautions que nous avons recommandées,

le camphre se meut à la surface de l'eau (et du mercure) quelles que soient la nature, la profondeur des vases et la manière dont le liquide y est versé.

» Les deux passages cités plus haut suffiraient à eux seuls pour faire penser que notre illustre adversaire s'est laissé influencer à son insu, si ce n'est par la lecture de notre Mémoire, du moins par celle de nos conclusions insérées dans les *Comptes rendus*, tome XII, page 690.

» Aussi, pleins de confiance dans la justice du tribunal devant lequel M. Dutrochet a jugé à propos de nous faire comparaître, nous nous garderions bien d'abuser plus longtemps de l'attention de l'Académie, si l'auteur de la *réclamation* ne nous imposait l'obligation de spécifier tous les passages qu'il appelle des *emprunts prétendus*. Nous nous bornerons toutefois à citer naturellement ceux qui nous ont paru mériter le moins cette dénomination. Et d'abord nous demandons à l'Académie la permission de transcrire ici ce que nous avons dit, dans notre Mémoire, à propos des soins de propreté sans lesquels les expériences relatives aux mouvements du camphre ne donnent jamais des résultats exacts.

« La surface des vases et des différents objets qu'on emploie pour ces » expériences est généralement recouverte d'une légère couche de substance » étrangère, très-probablement de nature grasse ou huileuse. Des lavages » répétés à l'eau froide ou chaude ne suffisent pas pour les nettoyer entiè- » rement : il faut avoir recours à des moyens plus énergiques. Nous avons » obtenu de très-bons effets des acides sulfurique et nitrique étendus ou » concentrés, à l'emploi desquels nous faisions succéder le lavage à l'eau » froide. Nous avions soin d'essuyer nos appareils avec un linge blanc de » lessive, qui ne servait qu'à cet usage et que nous renouvelions souvent, » parce que, imprégné des émanations des doigts, il salissait nos vases au » lieu de les nettoyer. Quelquefois même, après avoir essuyé nos appareils, » nous étions obligés de les laver à grande eau, afin d'éviter, autant que » possible, toutes les causes d'erreur. Nous apportions surtout l'attention » la plus scrupuleuse à ne pas les toucher avec les doigts, dont les émana- » tions, comme nous l'avons déjà fait observer pour le linge, auraient dé- » truit l'effet du nettoyage. Toutes ces précautions étaient rigoureusement » indispensables, lorsque nous nous servions de vases ou de tubes de verre ; » car il est extrêmement difficile de rendre ces vases entièrement propres. » Ce n'était qu'au moment où l'eau en mouillait uniformément les parois » que nous nous décidions à commencer nos diverses expériences. Tel est

» en effet, le signe auquel on reconnaît que le verre est à peu près entiè-
» rement débarrassé des matières grasses ou huileuses qui le salissaient.
» On peut encore nettoyer les vases vitreux ou métalliques en les soumettant
» à une haute température, qu'il est quelquefois nécessaire de porter jus-
» qu'au rouge. » (*Voyez* notre Mémoire, p. 10.)

» Dans ses Mémoires sur les mouvements du camphre, Bénédict Prévost lui-même avait déjà fait pressentir la nécessité de nettoyer avec soin les vases employés pour ses expériences. *Il lavait avec de la lessive* ceux dont il se servait. Mais, tout en citant les travaux de cet illustre physicien, M. Dutrochet avait négligé les précautions qu'il indique, il est vrai, sans s'y appesantir. C'est donc notre Mémoire, et non ceux du professeur de Montauban, qui paraît avoir mis M. Dutrochet sur la voie des rectifications qu'il a fait subir à ses anciennes idées; c'est à nous, ce nous semble, qu'il a emprunté les détails qui vont suivre :

» Nous lisons, page 27 des *Recherches sur la force épipolique* : « Les
» surfaces de verre, telles qu'elles sont généralement à notre disposition,
» ne sont jamais *neuves*... Très-souvent elles ont reçu un enduit gras par
» le contact des mains de l'homme ou autrement. Il est essentiel de les
» débarrasser de cet enduit étranger pour les employer aux expériences
» relatives à la force épipolique. Pour cet effet, il faut laver la surface du
» verre, d'abord avec de l'acide sulfurique concentré, ensuite laver
» cette surface à grande eau, puis la laisser sécher dans une situation
» inclinée, afin que la majeure partie de l'eau qui la mouille puisse
» s'écouler. »

» M. Dutrochet est aujourd'hui tellement convaincu de la nécessité d'opérer avec des appareils d'une propreté parfaite, que, pour obtenir des surfaces exemptes de tout enduit gras, des surfaces *neuves*, comme il les appelle, il brise des vases de cristal à parois épaisses, et porte le scrupule jusqu'à éviter de *toucher les fragments avec un linge sec et en apparence bien propre* (p. 26).

» Nous avons dit, p. 21 de notre Mémoire, que pour salir des tubes de verre, et pour arrêter par leur contact avec l'eau les mouvements du camphre, il suffit de frotter ou de toucher simplement ces tubes avec les doigts, quelquefois seulement de les essuyer *avec des linges propres, du moins en apparence.*

» M. Dutrochet s'exprime ainsi, p. 26, à propos de l'influence des émanations organiques : « On peut penser que des émanations organiques, tou-

» jours répandues dans l'air des appartements habités, s'étaient condensées
» et fixées, d'une manière inaperçue, sur ces surfaces de verre, et leur
» avaient fait perdre leur force épipolique naturelle. »

« La poussière et les émanations de toute espèce qui sont mêlées à l'air
» des appartements, disions-nous, page 12 de notre Mémoire, suffisent
» pour introduire dans les expériences des causes graves d'erreur. »

« Il suffit, ajoute M. Dutrochet, page 89, que le vase qui contient l'eau,
» surtout si ce vase est petit, ait ses parois enduites, d'une manière tout à
» fait inapercevable, par des matières grasses, et même généralement par
» des matières animales, pour que le mouvement du camphre ne puisse
» avoir lieu sur l'eau contenue dans ces vases. Cette excessive facilité avec
» laquelle sont arrêtés les mouvements du camphre sur l'eau, est une cause
» d'erreur très-difficile à éviter dans l'appréciation des circonstances dans
» lesquelles ce mouvement peut ou ne peut pas avoir lieu. »

» Si l'on compare le paragraphe qui précède avec ce que nous avons dit, page 21 et suivantes de notre Mémoire imprimé, on sera peut-être étonné de voir entre les idées de M. Dutrochet et les nôtres une ressemblance au moins si singulière.

» Afin d'abréger cette discussion, à notre avis déjà beaucoup trop longue, nous nous contenterons maintenant d'indiquer les passages du livre de M. Dutrochet où nous avons cru nous retrouver nous-mêmes. Les voici :

» Page 22, ligne 27 : « Prenons pour exemple, etc. »

» Page 26, ligne 20 : « J'ai conservé dans un tiroir, etc. »

» Page 28, ligne 1 : « La surface des métaux polis, etc. »

» Page 64, ligne 16 : « Je ferai observer, etc. »

» Page 92, ligne 2 : « Je dois dire que le vase, etc. »

» Tels sont les passages sur lesquels nous nous sommes basés pour rappeler à M. Dutrochet qu'il avait *oublié* de mentionner la source où il avait puisé. Quelle que soit la valeur qu'on attribue à ces emprunts qualifiés de *prétendus*, il n'en reste pas moins démontré à nos yeux que notre illustre adversaire a complétement abandonné ses anciennes théories. Notre but serait atteint si l'auteur des *Recherches sur la force épipolique* n'avait pas aujourd'hui recours à des principes que nous ne saurions non plus adopter, et qui nous paraissent d'autant plus dangereux qu'ils ont l'appui d'un nom plus imposant. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme des mouvements du cœur et sur les causes du bruit précordial.* — Extrait d'une Note de M. CHORIOL.

« J'ai été amené par l'examen comparatif du cœur chez l'homme et les quadrupèdes, et par la disposition des fibres musculaires de cet organe, à cette conclusion, que le cœur tournait sur lui-même, ou plutôt se tordait dans la systole et se détordait dans la diastole; cette prévision, j'ai pu la constater définitivement, 1° sur les animaux, en mettant le cœur à nu et y implantant de longues aiguilles : à chaque contraction, on voyait leurs extrémités libres décrire des quarts de cercle; 2° sur l'homme, et principalement sur des personnes maigres, ayant une hypertrophie du cœur, en plaçant l'index de chaque main sur la région précordiale, à l'endroit où l'on sent les battements du cœur, car alors le doigt le plus rapproché du sternum ressent toujours le premier l'impression.

» Les mouvements du cœur se composent : 1° d'un mouvement de torsion de droite à gauche, d'ascension de la pointe d'abord dans le même sens, ensuite directement de bas en haut; 2° d'un mouvement de détorsion de gauche à droite, et d'abaissement de la pointe.

» La partie musculaire des ventricules peut et doit être considérée comme un seul et même muscle. Je l'ai appelé biceps du cœur, car il a deux têtes. Il est tout entier à la systole ou torsion. Une seule partie, la portion de la couche ou spirale externe comprise entre la base des ventricules et chaque sillon produit la dyastole en ramenant le cœur à sa place; ceci est remarquable en ce qu'on retrouve là cette prédominance des fibres musculaires si facile à constater dans les membres, et en rapport, dans tous les cas, avec le besoin de forces plus grandes, nécessaires ici pour pousser le sang jusque dans les plus petites artérioles.

» Les modes d'occlusion et de dilatation des cavités ventriculaires sont les mêmes que ceux qu'on observe en tordant et détordant un doigt de gant que l'on a saisi par l'extrémité, et dont on tient l'ouverture béante au moyen d'un anneau : pendant la torsion la cavité est obstruée, elle se dilate pendant le mouvement de détorsion.

» Le ventricule droit, dans la systole, se roule en partie sur le gauche, et les deux systoles ont lieu en même temps : elles ne peuvent pas être séparées par un intervalle; seulement, s'il existe un obstacle à un des orifices

aortiques, le ventricule où le sang trouve un libre passage se vide le premier, et cette circonstance entraîne une modification dans le tic-tac; elle donne lieu au bruit qu'on nomme le rappel.

» Les parois internes du cœur s'appliquant avec force les unes contre les autres, produisent, au moment où elles se touchent, un bruit qui est le premier temps du tic-tac normal, et, lorsqu'elles se séparent, un second bruit, qui est le deuxième temps. Voici comment on peut le constater.

» Si l'on mouille l'index ou le médius et le pouce de l'une de ses deux mains, qu'on place celle-ci le dos appuyé contre une de ses oreilles, et qu'alors on applique brusquement le pouce contre le médius, et qu'on les sépare brusquement l'un de l'autre, on produira deux bruits : le premier, sourd, long et prolongé, exactement comme le premier du cœur; le second, clair, sec, comme le second temps du tic-tac. On peut, en mettant le même intervalle entre chaque mouvement, et en prenant quelque précaution pour la vitesse et la force du choc et de la séparation, imiter le bruit précordial assez exactement pour qu'on s'y méprenne, car on peut le simuler tel qu'il s'entend dans le plus grand nombre des cas, surtout si l'oreille n'est pas appliquée sur le point où chacun de ses temps a la plus grande intensité.

» Cette expérience, exécutée la tête et la main étant plongées dans l'eau, donne les mêmes résultats; par conséquent, la présence du sang ne peut pas la contredire.

» Les cavités des oreillettes ne s'oblitérant complétement que dans leur auricule, donnent lieu à un bruit tellement faible, qu'il n'est pas perçu dans l'état ordinaire; mais il devient manifeste dans certains cas anormaux, et alors il précède le premier temps.

» Le jeu des valvules auriculo-ventriculaires et sygmoïdes, peut aussi donner lieu à quelques bruits extrêmement faibles et très-reconnaissables dans quelques circonstances, chez les femmes chlorotiques. Une oreille très-exercée peut cependant assez souvent les reconnaître et les séparer des autres bruits, car ce sont eux qui sont la cause de la très-légère différence du tic-tac normal et du tic-tac artificiel que je produis dans l'expérience que j'ai relatée ci-dessus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur la faculté que possèdent les diverses espèces de sucre, et plusieurs autres principes immédiats neutres, de dissoudre, en présence des alcalis, certains oxydes métalliques; par* M. LASSAIGNE.

L'auteur, en terminant son Mémoire, présente, comme se déduisant des faits qu'il y a exposés, les conséquences suivantes :

« 1°. Un certain nombre de principes immédiats neutres retirés des végétaux, tels que les diverses espèces de sucre, jouissent de la propriété de rendre solubles dans l'eau, à la faveur des alcalis, plusieurs oxydes métalliques hydratés;

» 2°. Plusieurs des composés qui en résultent ont une couleur analogue à celle que présentent les solutions des sels de ces mêmes oxydes.

» 3°. Ces composés solubles peuvent être assimilés à des sels doubles dans lesquels la matière organique joue vraisemblablement le rôle d'acide;

» 4°. Parmi ces composés, ceux qui ont pour base le deutoxyde de cuivre se détruisent peu à peu spontanément ou par l'application directe de la chaleur. Dans cette réaction le deutoxyde de cuivre est ramené à l'état de protoxyde qui se sépare ou combiné à l'eau ou à l'état anhydre, suivant la concentration de la solution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé au moyen duquel on obtient directement des éthers d'acides organiques.* — Lettre de M. GAULTIER DE CLAUBRY à M. *Dumas.*

« Jusqu'ici on n'avait reconnu qu'à quelques acides inorganiques et à l'acide acétique, la propriété de transformer l'alcool en éther, les acides inorganiques en produisant l'éther hydrique, l'acide acétique en donnant naissance à l'éther acétique; ce dernier ne peut d'ailleurs déterminer la transformation que par une suite d'actions successives, et dont le nombre dépend de la rapidité avec laquelle on conduit l'opération.

» Relativement à ce dernier acide, il y a peu de différence entre l'action de l'acide cristallisable et de celui qui renferme une plus grande proportion d'eau.

» En réfléchissant au genre d'action qui peut déterminer l'éthérification, j'ai pensé que si au lieu de distiller des mélanges d'alcool et d'acides organiques dont aucun n'a jusqu'ici été regardé comme susceptible de fournir

directement des éthers, et sans avoir besoin de faire intervenir les acides sulfurique ou chlorhydrique, au moyen desquels on obtient les éthers composés, on chauffait ces acides jusqu'au point où ils commenceraient à se décomposer, et qu'on y fît tomber l'alcool par gouttes, ayant perdu de l'eau et se trouvant en grand excès relativement à l'alcool, ils pourraient déterminer la formation de l'éther; c'est ce qui est arrivé, en effet, au moyen de divers acides.

» Le premier sur lequel j'ai opéré est l'acide oxalique, qui m'a paru se prêter mieux que tous les autres à ce genre d'action.

» Si l'on fait chauffer, dans une cornue tubulée, de l'acide oxalique jusqu'au point où il commencera à donner des vapeurs blanches d'acide à un seul atome d'eau, l'alcool que l'on y fait tomber par gouttes s'éthérifie en très-grande partie au contact, et l'éther se distille avec une portion d'alcool inaltéré. On peut facilement ainsi obtenir une grande proportion d'éther oxalique.

Les acides benzoïque, succinique et citrique m'ont également fourni, dans des circonstances analogues, des éthers en assez grande proportion. Je n'ai pu déterminer encore si celui que l'on obtient avec le dernier est de l'éther citrique, itaconique, citraconique ou aconitique; je m'occupe en ce moment de rechercher sa véritable nature.

» Avec les acides mucique, tartrique, gallique et tannique, je n'ai pas encore obtenu de résultats nets; on sait, au surplus, que les trois derniers éthers n'ont pas encore été obtenus.

» La trop faible proportion d'acides kinique, pyrotartrique, malique, que j'avais à ma disposition, ne m'a pas permis de constater d'une manière certaine s'il y avait éthérification de l'alcool; quant aux acides gras, je n'ai pu régulariser encore les opérations de manière à en tirer quelques conséquences.

» L'esprit de bois, placé dans les mêmes conditions que l'alcool, ne m'a pas encore fourni de résultats nets; est-ce par suite de sa plus grande volatilité ou d'une difficulté plus grande à s'éthérifier? C'est ce que je ne puis encore dire; mais j'espère qu'il sera facile de lever les difficultés que j'ai éprouvées jusqu'à ce moment avec ce corps. »

M. **Fontan** avait adressé à l'Académie, en 1840, un travail sur les eaux minérales de Bagnères-de-Luchon; travail qui lui était commun avec M. François : le Mémoire de M. François a été l'objet d'un Rapport.

M. Fontan prie l'Académie de vouloir bien se faire également rendre compte du Mémoire dont il est l'auteur.

M. **Passot** adresse quelques remarques à l'occasion du Rapport qui a été fait dans la séance du 4 avril, sur sa Note relative à la *détermination de la variable indépendante dans l'analyse des courbes*. M. Passot proteste que son idée n'a jamais été qu'il fût *permis de prendre le temps pour variable indépendante*, de sorte qu'en supposant que les expressions qu'il a employées pussent être prises dans ce sens, ce serait seulement l'effet d'une mauvaise rédaction.

L'Académie accepte le dépôt de *paquets cachetés* présentés par MM. **Roux** et **Rossignon**, **Canquoin** et **Millardet**, **Tavard**, **Natalis Guillot**.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 18, in-4°.

De l'application de la Ventilation forcée aux Magnaneries; par M. D'ARCET; in-8°. (Extrait du 4e numéro des *Annales de la Société séricicole.*)

Nouvelles Annales des Voyages et des Sciences géographiques; avril 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; 27e année, avril 1842; in-8°.

Description des Machines et Procédés consignés dans les Brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation; année 1840; in-8°.

Seizième supplément du Catalogue des spécifications des Brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation; année 1840; in-8°.

Études géologiques sur le département de l'Orne; par M. BLAVIER; Alençon; in-8°.

Histoire naturelle agricole des Animaux domestiques de l'Europe.—Races de la Grande-Bretagne; par M. DAVID LOW; 1842; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; n° 14, 30 avril 1842; in-8°.

Société d'Agriculture, Sciences et Belles-Lettres de Rochefort; 29 décembre 1840 à 4 août 1841; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique, de Jardinage et d'Économie domestique; avril 1842; in-8°.

Journal des Haras, des Chasses, des Courses de chevaux: mai 1842; in-8°.

Revue zoologique; 1842; n° 4; in-8°.

Gélatine.—Quelques erreurs à son égard. Lettre par M. LAINÉ; in-4°.

Flora batava; 123e et 124e livraison; in-4°.

Sulle funzioni... *Sur les fonctions de la Rate; par* M. C. MAGGIORANI; Rome, 1842; in-8°. (M. Flourens est invité à en faire l'objet d'un rapport verbal.)

Nosologia... *Nosologie positive; par* M. V. LANZA; tome Ier; Naples, 1841; in-8°.

NUOVO... *Nouvelle Méthode pour découvrir le Fer dans les eaux minérales; par* M. J. GIULJ. (Extrait du tome VI des *Nouvelles Annales des Sciences naturelles de Bologne.*) Broch. in-8°, sans date.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 19.

Gazette des Hôpitaux; n° 53 à 55.

L'Écho du Monde savant; n°s 726 et 727.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 253.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 19.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — AVRIL 1842.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT du ciel à midi.	VENTS à midi.
…rom. …o°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
…1,82	+11,3		739,75	+13,1		737,81	+ 8,4		744,34	+ 5,4		+13,1	+ 3,5	Couvert	O. S. O.
…6,60	+ 6,4		747,11	+ 6,7		747,01	+ 8,2		749,19	+ 4,9		+ 9,0	+ 2,9	Pluie	N. O.
…9,72	+ 2,5		749,58	+ 4,8		750,03	+ 3,7		753,59	+ 4,4		+ 5,4	+ 1,4	Couvert	N. O.
…7,71	+ 4,0		758,49	+ 5,0		758,80	+ 7,6		761,49	+ 3,8		+ 8,0	+ 1,8	Couvert	N.
…3,54	+ 4,6		763,57	+ 6,1		762,29	+ 6,6		761,44	+ 4,2		+ 7,2	+ 1,2	Quelques éclaircies	N. E.
…5,94	+ 6,2		753,98	+10,8		751,54	+12,0		749,42	+ 7,4		+12,9	+ 0,6	Couvert	E. N. E.
…7,22	+ 7,8		746,89	+11,0		747,32	+11,4		750,30	+10,7		+11,6	+ 4,9	Couvert	N. E.
…6,89	+10,7		755,90	+13,6		755,89	+14,5		758,56	+ 7,2		+14,9	+ 7,3	Nuageux	N. E.
…1,98	+ 5,2		761,97	+ 7,6		761,44	+ 8,6		762,90	+ 4,4		+ 9,1	+ 1,5	Beau	N. E.
…4,82	+ 3,4		763,57	+ 5,5		762,23	+ 7,1		762,05	+ 4,6		+ 7,5	— 0,8	Beau	N. E.
…9,73	+ 4,4		757,85	+ 6,2		756,85	+ 6,4		756,79	+ 4,4		+ 8,0	+ 0,1	Couvert	E. N. E. fort.
…4,93	+ 3,8		754,30	+ 5,4		753,00	+ 6,8		753,42	+ 4,1		+ 7,4	+ 1,6	Couvert	N. E.
…3,52	+ 4,2		753,04	+ 6,6		752,55	+ 6,9		752,69	+ 4,2		+ 7,9	+ 1,2	Couvert	N. E.
…2,92	+ 5,7		752,54	+ 7,0		752,35	+ 9,2		753,93	+ 5,6		+ 9,4	+ 0,4	Couvert	N.
…4,38	+ 6,8		753,66	+11,6		753,03	+14,2		753,53	+ 9,0		+14,5	+ 2,8	Nuageux	N. E. fort.
…4,20	+ 7,2		753,95	+ 6,8		753,52	+ 8,5		755,86	+ 4,6		+ 8,7	+ 4,2	Couvert	N. E. fort
…9,06	+ 3,9		758,74	+ 7,8		757,91	+10,4		758,82	+ 7,7		+11,2	— 1,0	Beau	E. N. E.
…8,85	+ 9,7		758,31	+13,2		757,45	+15,6		758,69	+10,1		+16,0	+ 2,0	Beau	E. N. E.
…9,09	+ 9,6		757,99	+13,4		756,55	+15,9		756,72	+10,1		+16,3	+ 3,6	Beau	E. N. E.
…6,71	+12,2		755,87	+17,9		754,49	+20,3		755,80	+13,6		+21,4	+ 5,2	Beau	E. N. E.
…6,22	+14,9		755,18	+19,6		754,19	+21,6		754,88	+15,2		+22,3	+ 8,0	Beau	E. N. E.
…5,71	+18,0		753,91	+21,6		753,16	+24,2		753,64	+19,0		+25,2	+ 8,0	Beau	N. E.
…4,65	+20,6		754,57	+23,9		753,63	+25,1		754,34	+18,2		+26,2	+13,0	Beau	S. S. O.
…5,07	+18,2		754,94	+22,4		754,48	+23,6		755,90	+15,2		+23,9	+11,1	Couvert, tonnerre	O.
…6,64	+18,9		756,05	+22,3		754,18	+22,4		755,59	+16,8		+24,6	+11,6	Nuages	E. N. E.
…4,81	+17,2		754,48	+21,9		753,79	+21,8		753,82	+15,0		+23,7	+10,8	Voilé	E. N. E.
…3,94	+16,0		753,90	+19,5		753,85	+19,5		755,46	+14,4		+21,0	+11,9	Couvert	E. S. E.
…8,72	+16,2		758,55	+20,2		758,31	+18,2		758,86	+16,7		+22,0	+11,7	Très-nuageux	O. S. O.
…7,21	+19,0		756,17	+23,3		754,92	+22,1		753,16	+18,0		+25,0	+ 9,6	Nuageux	S. S. E.
…0,05	+19,4		749,10	+23,1		748,38	+24,1		749,89	+17,1		+25,9	+13,2	Serein	E. S. E.
…54,62	+ 6,2		754,08	+ 8,4		753,44	+ 8,8		755,33	+ 5,7		+ 9,9	+ 2,4	Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
…56,34	+ 6,8		755,62	+ 9,6		754,77	+11,4		755,62	+ 7,3		+12,1	+ 2,0	Moy. du 11 au 20	Cour. 2,654
…55,30	+17,8		754,68	+21,8		753,80	+22,3		754,55	+16,6		+24,0	+10,0	Moy. du 21 au 30	Terr.. 2,205

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT annonce que le XVIII[e] volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences* est en distribution au secrétariat.

MINÉRALOGIE. — *Examen cristallographique et chimique de la Villarsite; par* M. DUFRÉNOY. (Extrait.)

« M. Bertrand de Lom, auquel la minéralogie doit déjà plusieurs découvertes intéressantes, a recueilli récemment, dans le gisement de fer oxydulé de Traverselle, en Piémont, une substance minérale qui lui a paru, d'après l'ensemble de ses caractères extérieurs, devoir être considérée comme nouvelle. M. de Lom a eu la complaisance d'en mettre plusieurs échantillons à ma disposition, afin que je puisse en étudier la composition chimique et les formes cristallines.

» Cette substance, que j'ai désignée sous le nom de *Villarsite*, en l'honneur du minéralogiste qui a donné une histoire naturelle du Dauphiné, est disséminée dans le filon de fer oxydulé de Traverselle; elle est accompagnée

de dolomie lamelleuse, de mica, de quarz et de cristaux dodécaèdres de fer oxydulé; elle forme des petites veines cristallines qui courent d'une manière irrégulière dans le filon, et lorsqu'il y existe des géodes, on y observe alors des cristaux assez nets pour être mesurés; plusieurs de leurs faces, surtout celles de la base, sont très-miroitantes.

» La villarsite est d'un vert jaunâtre, sa cassure est grenue; cette substance est fort analogue, par sa texture et sa couleur, à certaines chaux phosphatées d'Arendal.

» La forme primitive de la villarsite est un prisme rhomboïdal droit sous l'angle de 119°59'. Les cristaux de cette substance que j'ai été à même d'examiner affectent la forme d'un octaèdre rhomboïdal tronqué au sommet.

» J'ai trouvé pour la composition de cette substance :

		Oxygène.	Rapport.
Silice	39,60	20,57	20,57 — 4
Magnésie	47,37	18,37	
Protoxyde de fer	3,59	0,69	19,73 — 4
Protoxyde de manganèse	2,42	0,53	
Chaux	0,53	0,14	
Potasse	0,46		
Eau	5,80	5,14	5,14 — 1
	99,77		

» La comparaison des quantités d'oxygène contenues dans la villarsite donne une relation très-simple : elle montre que cette substance est un monosilicate de magnésie représenté par la formule $4MgS + Aq$.

» Sans l'eau qu'elle renferme, la villarsite aurait la même composition que le péridot. Mais, outre que la proportion de l'eau est trop forte, pour être regardée comme accidentelle, les caractères extérieurs, les caractères chimiques et les caractères cristallographiques de ce minéral s'opposent également à ce rapprochement. La villarsite présente donc, par la simplicité de sa composition, un certain intérêt; sa détermination comme espèce, fondée à la fois sur les deux principes qui doivent autant que possible être consultés pour la spécification des minéraux, lui assigne une place bien clairement définie dans la classification oryctognostique.

» Je ferai remarquer que cette substance fournit un nouvel exemple d'un minéral associé aux roches cristallines produites par les phénomènes plutoniques et contenant cependant de l'eau de cristallisation : déjà quelques analyses nous ont révélé la présence de l'eau dans des roches évidemment

volcaniques; je ne crois pas dès lors, qu'il soit nécessaire d'avoir recours à la théorie des infiltrations, pour expliquer la présence des zéolites au milieu des basaltes, des trachytes et même des trapps. »

RAPPORTS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Édouard Biot** *ayant pour titre : Catalogue des météores observés en Chine entre les années* 687 *et* 1275 *de notre ère.*

(Commissaires, MM. Arago, Babinet rapporteur.)

« Le grand intérêt qui s'attache aux observations des étoiles filantes depuis qu'on a reconnu l'origine cosmique de ces météores et que l'ensemble de ces petits corps disséminés dans l'espace que parcourent les planètes a pris rang parmi les masses plus imposantes qui circulent autour du Soleil, donne au travail de M. Édouard Biot une importance réelle, car il renferme de précieux documents sur l'éclat, la forme, la vitesse, la direction de ces météores observés en Chine, pendant la longue période indiquée dans le titre, mais surtout dans la deuxième partie du Mémoire, qui comprend la période où ces observations ont été faites le plus régulièrement, savoir, de l'an 960 à l'an 1275 de notre ère, sous la dynastie Soung. C'est dans les annales de cette dynastie (section de l'état du ciel), que M. Édouard Biot a trouvé plus de treize cents observations qu'il a traduites *entièrement*, en y joignant les noms modernes des étoiles désignées par les observateurs chinois.

» Vos Commissaires ne sont pas compétents pour juger de la fidélité de la traduction des documents qui sont mis sous les yeux de l'Académie, mais ils pensent que M. Édouard Biot offre d'ailleurs toutes les garanties d'un écrivain très-instruit, très-laborieux et très-consciencieux, et que, pour la synonymie de la nomenclature chinoise des constellations et des étoiles, comme pour la description des météores, sa traduction doit faire autorité.

» En mettant à part la récapitulation qui termine chaque partie de son travail, l'auteur n'a eu pour but que de livrer à la science les documents eux-mêmes que contiennent les observations chinoises, sans les dénaturer en aucune manière. On y trouve pour un grand nombre d'étoiles filantes, et surtout pour les plus brillantes, des particularités curieuses.

» Sur leur éclat qui *illumine* la terre, qui les assimile à la planète Vénus;

» Sur leur grandeur apparente qui est égale à celle de Vénus, de Jupiter, au contour d'une tasse, d'une écuelle, d'un boisseau ;

» Sur leur couleur rouge, jaune, bleue, blanche ou même sur l'ensemble de ces teintes, probablement successives;

» Sur les traînées lumineuses que plusieurs de ces météores laissent sur leur trace, et sur la forme serpentante, l'étendue, la couleur ou les couleurs variées de ces appendices;

» Sur la direction et la marche des étoiles filantes au travers des étoiles et des constellations, ou bien rapportées aux points cardinaux de la localité des observateurs;

» Sur la vitesse remarquablement grande ou petite de plusieurs de ces météores;

» Sur le nombre de ceux qui brillèrent simultanément, lequel, mais très-rarement, fut observé de *plusieurs dixaines* (en général les observateurs ne notaient que les plus brillants météores);

» Sur le bruit qui accompagna quelquefois le phénomène lumineux, lequel est comparé au mugissement d'un taureau ou au bruit du tonnerre;

» Enfin sur diverses circonstances curieuses de ces apparitions qui ont eu lieu parfois en plein jour et qui assez souvent ont percé les nuages pour se montrer au-dessous.

» A la lecture du Mémoire on s'aperçoit, comme nous l'avons indiqué, que les observateurs chinois ne tenaient compte que des principaux globes de feu ou étoiles filantes, car il est rare que la même nuit fournisse plusieurs apparitions, et un très-grand nombre des météores décrits laisse après lui une traînée lumineuse, ou illumine la terre. Les petites étoiles filantes, même quand leur grand nombre aurait dû appeler l'attention, sont tout à fait négligées, excepté dans le cas où elles sont voisines d'un grand météore dont elles semblent faire partie. Rien n'indique une *pluie* d'étoiles filantes comme celles qui ont été plus récemment observées. Il y a aussi très-peu de données sur la distance de ces météores, sur leur séparation en plusieurs parties et sur leur arrivée jusqu'à la surface de la terre.

» Le travail de M. Édouard Biot se termine par une récapitulation qu'il a extraite de sa traduction et qui offre pour chaque mois, dans chaque année, le nombre des observations d'étoiles filantes que contient le catalogue chinois, tant pour la première partie du Mémoire que pour la seconde. En fractionnant ce tableau, qui contient plusieurs siècles, on pourra peut-être rechercher, du moins pour les plus brillants des météores de cette

nature, s'il est possible de reconnaître des perturbations dans l'époque mensuelle de leur plus fréquente apparition, ou, en d'autres termes, dans la position du système de corps qui leur donne naissance. Citons en terminant le résultat général auquel parvient M. Édouard Biot.

Récapitulation par mois entre les années 960 et 1275, qui comprennent l'époque où l'observation des météores s'est faite le plus régulièrement en Chine.

» (Cette récapitulation est faite en appliquant la correction grégorienne » aux observations.)

Janvier	65
Février	54
Mars	72
Avril	65
Mai	88
Juin	97
Juillet	185
Août	155
Septembre	125
Octobre	208
Novembre	155
Décembre	85

» Le mois d'octobre et le mois de juillet sont ceux qui présentent le » plus grand nombre d'observations. »

Conclusions.

» Vos Commissaires vous proposent d'approuver le travail de M. Édouard Biot et d'en ordonner l'impression dans le recueil des *Mémoires des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note à l'occasion de la catastrophe survenue au chemin de fer de Versailles (rive gauche), le* 8 *mai* 1842; *par* M. **A. Perdonnet**, ingénieur des Mines.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Coriolis, Séguier.)

« L'Académie, dans sa dernière séance, a entendu le rapport de M. Combes sur l'effroyable accident du 8 mai, et les observations de plu-

sieurs de ses membres, MM. Cordier, Biot, Élie de Beaumont, sur cette catastrophe. Sous l'impression pénible et bien naturelle cependant qu'a produit cet affreux événement, le public et quelques savants même ont tranché un peu trop tôt peut-être des questions dont la solution est encore incertaine aux yeux des praticiens. Mais aujourd'hui que les esprits sont plus calmes et que les causes du sinistre sont mieux connues, je viens, dans l'intérêt de tous, en appeler d'un premier jugement. Il appartient à l'Académie aussi bien qu'au Gouvernement de se livrer à de sérieuses investigations, afin de prévenir le retour de pareilles calamités.

» Étranger depuis près d'un an à l'administration du chemin de fer de Versailles (rive gauche), je ne viens pas aujourd'hui défendre une responsabilité qui ne pèse en aucune manière sur moi. Mais la compagnie, à la suite du terrible accident du 8 mai, ayant cru devoir consulter son ancien ingénieur dans le but de savoir jusqu'à quel point les reproches qui lui étaient adressés en ce qui concerne le service des machines étaient mérités, jusqu'à quel point elle pouvait être compromise par les actes des agents qu'elle avait préposés au service du matériel, j'ai dû me poser les trois questions suivantes :

» Les machines locomotives à quatre roues sont-elles réellement plus dangereuses que celles à six roues?

» Lorsqu'on attèle ensemble une machine locomotive à quatre roues et une à six roues en tête d'un convoi, est-il dangereux de placer la locomotive à quatre roues la première, vaut-il mieux la placer la seconde ?

» L'usage des grands convois sur un chemin comme celui de Versailles (rive gauche) fait-il courir aux voyageurs de plus grands dangers que celui des petits convois multipliés?

» C'est le résultat de mes recherches sur cette matière que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie. J'ose espérer qu'elle voudra bien me prêter quelque attention; elle ne saurait être indifférente lorsqu'il s'agit de si graves intérêts. La science peut d'ailleurs, en venant en aide à la pratique, lui suggérer les moyens les plus efficaces pour prévenir les accidents; et plus que personne je dois solliciter son concours, car ayant accepté la mission de réorganiser le service sur le chemin de la rive gauche, je ne dois négliger aucune précaution pour ramener la confiance chez le public justement effrayé.

» J'aborde mon sujet et je traiterai d'abord des avantages respectifs des locomotives à quatre et à six roues, eu égard aux chances d'accident avec l'une et l'autre espèce de machines.

Sur les avantages respectifs des locomotives à quatre et à six roues.

» Les personnes qui croient que la supériorité des machines à six roues sur celles à quatre roues est démontrée, sont dans l'erreur. En Angleterre, les ingénieurs sont partagés sur cette question; quelques-uns, parmi les plus habiles, emploient exclusivement les machines à quatre roues, d'autres celles à six roues, d'autres enfin emploient indifféremment des machines à quatre roues et des machines à six roues. Une controverse s'est élevée dans le *Railway-Times* sur les avantages respectifs de ces deux espèces de machines; de nombreux articles ont été publiés dans ce journal par les ingénieurs les plus expérimentés, et il est résulté de cette discussion que les machines à six roues ne sont pas moins dangereuses que celles à quatre roues. Une enquête a eu lieu devant le parlement, ayant pour but de déterminer les précautions à prendre pour éviter les accidents sur les chemins de fer, et elle n'a eu en aucune manière pour résultat de faire proscrire l'usage des machines à quatre roues.

» Les machines à quatre roues sont beaucoup moins que les machines à six roues sujettes à sortir de la voie dans les courbes, c'est là un très-grand avantage.

» L'essieu de devant venant à se briser aux deux extrémités, ainsi que cela est arrivé le jour du terrible accident, la machine à quatre roues tombe et sort de la voie; mais, ainsi que nous le prouverons un peu plus loin, la machine à six roues, dans un cas semblable de rupture de cet essieu, tombe et sort également de la voie.

» Si c'est au contraire l'essieu coudé qui se rompt, comme la rupture a presque toujours lieu auprès de la manivelle et comme cet essieu est maintenu par des coussinets en six points différents, deux auprès de chaque manivelle, deux aux fusées, les roues ainsi que les portions d'essieu restent en place, et la machine continue à marcher sur les rails, sans qu'il y ait renversement. L'expérience l'a démontré maintes fois sur le chemin de Londres à Birmingham, sur celui de Montpellier à Cette, et sur celui de Liverpool à Manchester.

» Nous avons dit que la machine à six roues, tout aussi bien que celle à quatre roues, tombait et sortait de la voie lorsque l'essieu de devant cassait aux deux extrémités. Cela tient à ce que dans ces machines la portion du poids de la machine qui porte sur cet essieu est toujours prépondérante.

» Ce qui prouve parfaitement combien peu Stephenson, le plus habile constructeur et ingénieur de machines en Angleterre, compte sur l'essieu

du milieu et sur le second essieu extrême, pour soutenir la machine dans le cas de rupture de l'essieu de devant dans une machine à six roues, c'est qu'il supprime dans ces machines le rebord des roues de l'essieu du milieu, et rend ainsi inévitable le déraillement de la machine en cas de rupture de l'essieu de devant.

» Nous appellerons plus particulièrement l'attention de l'Académie sur ce fait; il nous paraît d'une grande importance.

» Les machines à six roues enfin, peuvent, dans certains cas, lorsque les rails sont courbes, ne reposer que sur quatre roues, les deux autres se trouvant, pour ainsi dire, suspendues. Dans ce cas elles brisent souvent les rails par leur énorme poids, ce qui devient une nouvelle cause de déraillement. Les machines à quatre roues reposent toujours sur le rail par quatre points ou par trois au moins, et comme elles sont beaucoup plus légères que celles à six roues, leur pression sur la voie en fer est moins forte. Aussi est-il généralement reconnu que la rupture des essieux est plus fréquente dans les machines à six roues que dans celles à quatre.

» Disons enfin, comme preuve irrécusable de tout ce que nous venons d'avancer, que sur le chemin de Londres à Birmingham, où l'on emploie exclusivement les machines à quatre roues, et sur celui de Liverpool à Manchester, où l'on emploie concurremment les deux espèces de machines, les accidents n'ont été ni plus fréquents ni plus graves que sur les chemins où l'on ne se sert que de machines à six roues.

» Si donc quelques ingénieurs, et nous sommes du nombre, préfèrent les machines à six roues, ce n'est en aucune manière parce qu'elles seraient moins dangereuses que les autres, c'est qu'elles sont plus puissantes que les machines à quatre roues, et sous ce rapport plus convenables dans certains cas, surtout lorsque le chemin présente de fortes pentes. C'est aussi parce que ces ingénieurs les considèrent comme exigeant moins de petites réparations, et qu'elles consomment, proportion gardée, moins de combustible.

Sur le mode d'attelage de deux machines qui a été adopté au chemin de la rive gauche, et qui consiste à placer la machine faible à quatre roues la première.

» Admettant, comme nous venons de le prouver, que les machines à quatre roues sont tout aussi sûres que les machines à six roues, et leur reconnaissant surtout cet avantage d'être moins dangereuses dans les courbes, il était naturel que sur le chemin de la rive gauche, où les courbes

sont multipliées, on plaçât en avant la machine à quatre roues, afin que le convoi fût plus sûrement guidé.

» L'habile mécanicien George l'avait lui-même conseillé, et la raison que nous venons de donner pour motiver ce mode d'attelage, toute puissante qu'elle est, n'était pas la seule à faire valoir.

» L'effort, au moment du départ, doit être gradué, faible d'abord, afin de tendre successivement les chaînes qui réunissent les waggons les uns aux autres, plus grand ensuite pour entraîner le convoi. Il est convenable, par conséquent, que la machine de tête, que l'on met en marche la première, soit la plus faible.

Sur la question de savoir s'il vaut mieux marcher par petits convois que par grands convois.

» L'emploi de plusieurs machines pour traîner de grands convois est en usage sur un grand nombre de chemins de fer. Je ne sache pas que l'on y ait jamais trouvé jusqu'à ce jour d'inconvénients graves.

» Convenons cependant immédiatement que la force vive d'un grand convoi étant plus grande que celle d'un petit, l'accident est par cette raison plus grave avec ces grands convois qu'avec les petits. Mais il ne faut pas voir la question sous une seule face. Si sous ce rapport les grands convois sont dangereux, sous d'autres ils offrent plus de sécurité.

» Sur les chemins des environs de Paris, le service avec de petits convois très-rapprochés, les jours de fête, serait à peu près impossible. Le temps manquerait pour les manœuvres dans les gares; il y a plus, ce service, comme nous allons le prouver, multiplierait les chances d'accidents.

» Sur les chemins de Versailles, les grands convois partent toutes les demi-heures; il faudrait donc que les petits convois partissent au moins tous les quarts d'heure. S'il y avait retard dans la marche d'un des convois, soit par suite d'un dérangement de la machine, soit par suite d'un arrêt prolongé aux stations, les convois qui se suivent pourraient se rejoindre. Un accident assez grave est arrivé de cette façon sur le chemin de Saint-Germain, à la station d'Asnières, lorsque les convois partaient tous les quarts d'heure.

» Les convois rapprochés sont surtout dangereux sur un chemin où les passages de niveau sont aussi multipliés que sur celui de la rive gauche. A chaque instant les convois marchant en sens contraire ou dans le même sens, traversant des passages de niveau, les voitures auraient à peine le temps de passer, et si l'une d'elles, comme cela est déjà arrivé, venait à être

arrêtée sur cette partie de la voie et que le signal d'alarme ne fût pas immédiatement donné, un choc deviendrait inévitable.

» Considérés sous un autre point de vue, les grands convois semblent présenter encore moins de dangers que les petits convois. Que l'on suppose effectivement un convoi de trente waggons traîné par trois machines : si un essieu se brise sur la seconde ou la troisième machine, il est possible que la première machine continuant à traîner les deux autres, les voyageurs en soient quittes pour un simple choc; si au contraire le grand convoi de trente waggons est divisé en trois petits convois, composé chacun de dix waggons entraînés par une machine, s'il arrive un accident à l'une *quelconque* des machines, un certain nombre de voyageurs devra nécessairement en souffrir.

» M. Élie de Beaumont a dit qu'avec deux machines il y avait double cause d'accident : sans doute il y a double cause d'accident; mais aussi il y a deux fois autant de waggons remorqués, et les voyageurs qui se trouvent sur la moitié du convoi placée en arrière ne courent aucun danger en cas de déraillement des machines. Si le convoi était divisé et que les machines fussent séparées, il y aurait pour la seconde moitié du convoi séparée de la première moitié et traînée alors par la seconde machine, même danger que pour la première. Le savant géologue a dit aussi que les machines étaient inintelligentes et qu'il était difficile de les faire marcher d'accord. Un parfait accord n'est pas nécessaire, et si d'ailleurs les machines ne sont pas intelligentes, les mécaniciens le sont et ils règlent et contiennent mieux leurs machines que des postillons ne règlent et ne contiennent leurs chevaux.

» Une seconde machine pourrait cependant, dans certains cas, j'en conviens, contrarier les mouvements de la première; mais, dans d'autres cas, elle lui prête une utile assistance. Supposez, par exemple, qu'on ait aperçu inopinément un obstacle sur la voie, une voiture embourbée à un passage de niveau : il eût été plus facile d'arrêter le convoi descendant de Versailles à Paris avec deux machines qu'avec une seule; on disposait de cette manière d'une force double; l'impulsion du convoi pouvait être maîtrisée par deux machines et ne l'eût pas été par une seule. Il ne faut pas considérer seulement le cas particulier qui s'est présenté.

» Je conclus enfin, messieurs, et je dis :

» Les machines à quatre roues ne sont pas plus dangereuses que celles à six; elles sont mêmes plus sûres dans les courbes;

» Lorsqu'on attèle ensemble une machine à quatre roues et une machine à six roues, il convient de placer en avant celle à quatre;

» Les grands convois n'exposent pas à plus de dangers que les petits convois multipliés : il faut seulement en modérer la vitesse.

» Ces conclusions, penserez-vous, ne sont pas rassurantes; elle ne militent pas en faveur de l'établissement des chemins de fer; car si les voyageurs courent autant de risques avec les machines à six roues qu'avec celles à quatre, si les petits convois sont aussi dangereux que les grands, faut-il donc se résigner? et, pour me servir d'une expression triviale mais juste, faut-il faire son testament avant de monter dans les waggons.

» Non, messieurs, il ne faut pas se résigner; les chemins de fer ne sont pas un moyen de communication aussi dangereux que pourrait le faire supposer l'épouvantable accident du 8 mai, et c'est en combattant cette opinion que je terminerai cette Note.

» Et d'abord observons qu'il a fallu, pour produire cet accident, une réunion tout à fait extraordinaire et qui probablement ne se représentera jamais.

» Il a fallu que l'essieu brisé appartînt à la première machine, que ce fût l'essieu de devant, qu'il se brisât instantanément aux deux extrémités; qu'à une petite distance la machine rencontrât les contre-rails d'un passage de niveau; il a fallu enfin que le combustible des machines vînt se répandre sur le lieu même où les waggons furent renversés.

» Supposez l'absence d'une seule de ces causes et l'accident n'avait pas lieu ou était beaucoup moins grave. Plusieurs fois, sur d'autres chemins de fer, l'essieu de devant s'est cassé, mais à une autre extrémité, et le mécanicien a eu le temps d'arrêter sa machine. Un quart de minute de plus et le 8 mai le convoi eût cessé de marcher. Déjà le mécanicien de la deuxième machine avait eu le temps de renverser la marche; déjà un coup de sifflet avait prévenu les conducteurs de waggons de serrer les freins. Ce quart de minute se fût passé certainement avant que la première machine ne déraillât, si, par le plus grand des malheurs, le passage de niveau ne se fût trouvé à quarante-cinq mètres du point où l'essieu s'est détaché.

» Deux fois, sur le chemin de Montpellier à Cette, le mécanicien Dupin, qui a péri avec George sur le Mathieu-Murray, s'était trouvé sur une machine à quatre roues parfaitement semblable. L'essieu coudé avait cassé et il avait pu arrêter la machine sans accident.

» Le petit nombre de malheurs arrivés jusqu'à ce jour sur les chemins de fer où l'on se sert des machines actuelles avaient inspiré, nous devons

l'avouer, trop de sécurité aux ingénieurs et directeurs de chemins de fer. Aujourd'hui que leur attention est éveillée, ils trouveront, n'en doutons pas, avec le concours des savants, des moyens de rendre les accidents pour ainsi dire impossibles.

» La question des précautions à prescrire est grave et plus difficile qu'on ne le suppose. M. le Ministre des Travaux publics nommera sans doute, pour l'examiner, une Commission composée de savants, d'ingénieurs qui ont exécuté des chemins de fer, de constructeurs de machines, et il appellera peut-être devant cette Commission des ingénieurs étrangers plus expérimentés que nous dans la construction des chemins de fer et des locomotives.

» Le travail d'une pareille Commission peut seul fixer l'opinion. Je dirai seulement, et principalement dans le but de rassurer le public :

» Que l'on emploie, aux États-Unis, des locomotives à huit roues qui paraissent offrir toute sûreté. Si ces locomotives n'ont pas encore été adoptées en France, c'est qu'on n'avait, jusqu'à ce jour, aucun exemple d'accidents aussi effrayants que celui du 8 mai, produits par la rupture d'un essieu, et que d'ailleurs elles sont moins propres aux grandes vitesses que les machines anglaises.

» Que déjà l'opinion des praticiens est d'accord avec celle du public pour indiquer certaines mesures telles que :

» L'emploi du crochet mentionné par M. Biot dans la dernière séance de l'Académie, crochet qui serait fort utile dans certains cas;

» L'emploi des procédés fournis par la chimie pour rendre le bois des waggons incombustible ;

» L'addition de waggons chargés de matières inertes à l'avant et à l'arrière du convoi ;

» Enfin la rédaction d'un programme d'épreuves à faire subir aux hommes qui doivent remplir des fonctions presque nouvelles en France, celles d'ingénieurs mécaniciens, directeur du matériel des chemins de fer et de conducteurs de locomotives.

» Quant à la troisième de ces mesures, l'addition de waggons chargés de matières inertes à l'avant et à l'arrière du convoi, je dois faire observer dès à présent qu'elle sera très-onéreuse pour l'exploitation sur les chemins où l'on ne transporte pas de marchandises et où les pentes dépassent certaines limites. Elle augmentera outre mesure le poids improductif.

» La quatrième, celle qui consisterait à faire subir aux ingénieurs-mécaniciens directeurs du matériel et aux conducteurs de locomotives certaines

épreuves à la suite desquelles on leur délivrerait un diplôme, me paraît l'une des plus importantes. Je fais des vœux pour que l'Académie juge convenable de la conseiller au Gouvernement. »

MÉDECINE. — *Influence du climat de Rome sur le développement des fièvres intermittentes simples ou pernicieuses; par* M. FOURCAULT.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Double.)

« Les observations que j'ai recueillies en Italie montrent l'action des agents physiques sur les fonctions de la peau, dans la production de ces maladies; elles viennent confirmer mes recherches expérimentales sur le rôle que joue cette membrane dans une foule d'affections déterminées par les anomalies de ces agents. L'Italie offre un vaste champ à l'observateur qui étudie les effets de ces perturbations sur l'économie. Sur les hautes montagnes qu'elle nous offre règnent les affections aiguës des contrées septentrionales; ses plaines fertiles, ses vallées, ses marais présentent les maladies des pays méridionaux et des contrées insalubres. Les inégalités du sol, les grandes vicissitudes atmosphériques donnent la raison de la fréquence et de la gravité de ces diverses affections.

» Les mêmes causes déterminent les mêmes effets dans les marais pontins, dans la campagne de Rome et dans les montagnes qui l'environnent au nord, au nord-est et au nord-ouest. Les fièvres intermittentes règnent, en général, dans ces lieux à la fin de l'été et en automne; leur fréquence et leur gravité s'accroissent à mesure qu'on s'éloigne des montagnes pour se rapprocher des marais et du littoral de la mer; elles sont en raison directe de la chaleur, de l'humidité, de la déclivité du sol et des vicissitudes atmosphériques. Ces fièvres acquièrent le caractère pernicieux lorsque le contraste entre la chaleur des jours, le froid et l'humidité des nuits est porté à son maximum; on les voit diminuer de fréquence et disparaître lorsque ces inégalités sont peu considérables, et que l'on n'observe, dans cet intervalle, qu'une différence de 6 ou 7 degrés de température. Sous ce rapport, mes observations sont conformes à celles de MM. Santarelli, Folchi, Barau, Michel et de quelques médecins distingués qui ont fait les mêmes observations dans le royaume de Naples, en Grèce, en Espagne, dans la Caroline du Sud et dans d'autres contrées où l'on ne trouve point de marais.

» Toutes les causes qui portent leur action sur la peau, qui troublent ses fonctions, et consécutivement celles du système nerveux, peuvent déterminer des fièvres périodiques. Les hommes qui couchent, à Rome, sur le

parvis des églises ou des temples, dans les vignes ou dans les *villa* que l'on trouve dans son enceinte, sont le plus souvent atteints de ces affections; elles épargnent, dans le plus grand nombre de cas, les Romains qui vivent dans l'aisance, et qui évitent avec soin tout refroidissement, après l'exercice ou le travail, surtout lorsqu'il a excité la sueur. On trouve le berceau de ces fièvres dans la campagne de Rome, qui est sèche et aride au moment de la moisson, et qui n'offre, d'ailleurs, aucune partie marécageuse. Les moissonneurs, exposés toute la journée à un soleil ardent, exténués de fatigue et couverts de sueur, se couchent sur le sol, où ils passent la nuit, éprouvant les effets du froid et de l'humidité. La soustraction rapide du calorique organique, la suppression subite de la sueur, suffisent pour produire ce défaut d'équilibre dans l'action nerveuse et dans les autres fonctions qui caractérise les fièvres périodiques les plus graves; c'est à la même influence que l'on peut attribuer les engorgements profonds des viscères abdominaux qui compliquent ces maladies.

» Dans les marais pontins, dont la plus grande partie est livrée à la culture et offre de riches moissons, on éprouve avec plus d'intensité les contrastes de la chaleur et d'une humidité froide et pénétrante; aucune classe n'est préservée des atteintes de la fièvre endémique, elle règne dans les villes comme dans les villages; mais elle attaque plus souvent les ouvriers dans les champs, et qui éprouvent un refroidissement lorsque la peau est en sueur. J'ai fait la même observation chez les ouvriers renfermés dans le fort Saint-Ange, chez les forçats au bagne de Civita-Vecchia lorsqu'ils vont se livrer au travail. On peut traverser impunément les marais pontins et la campagne de Rome pendant la nuit, en évitant de s'endormir sur le sol, de se refroidir après la marche. Celui qui travaille dans ces marais, qui s'en éloigne ensuite, en favorisant la sueur par le mouvement, et qui évite par conséquent tout refroidissement de la peau, peut se préserver ainsi, dans beaucoup de cas, des fièvres intermittentes endémiques.

» En résumé, ces affections se développent principalement dans les années humides, remarquables par des pluies intermittentes et par des perturbations atmosphériques; elles sont rares dans les années où la chaleur est vive, prolongée et uniforme. Le vent du sud, le siroc ou le vent du sud-est, les lieux bas et humides, ont la plus grande influence sur leur développement. On remarque leur fréquence dans les parties basses et humides de Rome, de Sabine, d'Albano et de quelques autres villes du Latium; mais elles apparaissent à Civita-Vecchia, à Frascati, à Palestrina, à Tivoli même, à Terni et dans d'autres lieux inaccessibles aux effluves marécageuses. On

peut faire la même remarque dans la Sabine et dans l'Ombrie, sur les bords du lac de Trasimène, comme dans les lieux où l'on ne trouve ni lacs, ni marais, ni eaux stagnantes.

» Ces faits démontrent donc, en définitive, toute la puissance des causes physiques agissant sur la peau, dans la production des fièvres intermittentes simples ou pernicieuses et des engorgements chroniques des viscères abdominaux. La fréquence et la gravité de ces engorgements sont aussi en raison directe de l'humidité et de la déclivité du sol. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Défense des locomotives à quatre roues.* — Note de M. **Mamby.**

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Perdonnet.)

« Le *Moniteur* de mercredi 11 courant, en rendant compte de votre séance de lundi, cite le paragraphe suivant comme faisant partie du Rapport de MM. Combes et Senarmont : « Sans entrer dans la discussion des causes » diverses qui ont concouru à cet épouvantable désastre, et des mesures » qu'il conviendra de prescrire pour en prévenir le retour, il est évident » pour tout le monde que la petite locomotive *à quatre roues placée en tête* » *du convoi a été l'origine du mal, et que l'usage de ces locomotives devrait* » *être prohibé par l'administration.* »

» Cette phrase est faite pour préjuger une des questions les plus graves qui aient rapport aux chemins de fer ; j'espère que l'Académie, qui a entendu l'attaque, voudra bien écouter la défense des locomotives à quatre roues.

» Quoique ce soit mon opinion que la locomotive à quatre roues est sous tous les points de vue supérieure à la locomotive à six roues, je n'aurais jamais cherché à faire prévaloir mon opinion si les ingénieurs du Gouvernement n'étaient venus trancher la question sans la discuter, et par une phrase, condamner l'opinion des ingénieurs des chemins de fer de *Londres* à *Birmingham*, *Eastern-Counties*, *Midland-Counties*, *North-Union*, *Lancaster* et *Preston*, *Manchester*, *Bolton* et *Bury Railways*, où les locomotives à quatre roues sont *exclusivement* employées, et de bien d'autres chemins où elles sont préférées.

» Je suis sûr que MM. Combes et Senarmont s'empresseront de rétracter

l'assertion que la fracture de l'essieu *de devant* d'une locomotive à quatre roues amène des résultats plus graves que la fracture du même essieu dans une locomotive à six roues, car l'expérience a prouvé et le bon sens démontre que toutes les fois que le premier essieu d'une locomotive à six roues se brise, il faut que la tête de la locomotive plonge en terre, et si l'on veut considérer le cas d'un convoi traîné par une seule locomotive, on devra conclure que l'accident sera moins grave avec une locomotive à quatre roues qu'avec une à six roues, car ce premier système ne pèse guère que deux tiers du second, et le choc serait proportionné au poids.

» Si l'on examine les systèmes des divers fabricants de locomotives à six roues, on trouvera que leur centre de gravité est de 60 centimètres à 1 mètre en avant de l'axe coudé, et que le poids sur l'axe de devant est de 2000 à 4000 kilogr. plus grand que sur l'axe de derrière. Mais la gravité n'est pas la seule cause qui ferait tomber l'avant d'une locomotive à six roues; les ressorts des roues de derrière se détendront avec une force égale au poids dont ils sont déchargés par la fracture de l'axe de devant, et imprimeront un mouvement vertical à l'arrière de la locomotive; d'un autre côté, la force d'émission de vapeur et de fumée par la cheminée, qui acquiert quelquefois une vitesse de 120 mètres par seconde, occasionne une pression considérable sur l'avant de la machine, et enfin si, la fracture ayant eu lieu, on arrête la machine, le convoi, qui a une très-grande vitesse acquise, vient frapper le tender qui pousse la locomotive par l'intermédiaire de la tige d'attache; cette tige a pris une position diagonale, et l'extrémité qui tient à la locomotive est alors beaucoup plus élevée que l'autre, de sorte que la force d'impulsion agissant en dessous de la galerie (*foot plate*), la soulève, fait porter l'extrémité antérieure de la locomotive plus fortement en terre, et si le *momentum* est très-considérable, le devant du tender peut se trouver soulevé à son tour, et, renversant premièrement la locomotive sens dessus dessous, la tige d'attache se rompra, et le tender passera par-dessous la locomotive. Il y a tout lieu de croire que ceci a eu lieu avec la locomotive à six roues et son tender, dans l'accident dont il est question.

» Il s'ensuit que quand même il serait possible de construire une locomotive à six roues de manière à ce que les roues de devant ne fussent pas plus chargées que les roues de derrière, dès que les roues de devant ne supporteraient plus la locomotive, les trois dernières causes que je viens

d'énumérer seraient suffisantes pour faire tomber le devant de la locomotive à terre.

» On peut dire que toutes les fois que le premier essieu d'un convoi se cassera et que les roues se détacheront, que cet essieu appartienne soit à une locomotive d'un système quelconque, à un tender ou à un waggon, le devant du train tombera à terre, et le convoi sera brusquement arrêté; mais ce n'est pas une fois sur mille qu'une coïncidence de circonstances tout à fait extraordinaire amènerait des résultats aussi désastreux.

» Dans certaines locomotives à quatre roues, d'une construction particulière, la fracture de l'axe de devant n'aurait pas amené la chute des roues, et l'accident se serait réduit à un choc violent et un moment de retard.

» Il ne faut donc pas attribuer la cause du mal au nombre des roues des locomotives: la cause de l'accident est simple, le remède est facile et a été depuis longtemps discuté par les fabricants de locomotives; si l'Académie veut me le permettre, je lui soumettrai la semaine prochaine des données sur les accidents semblables qui sont arrivés en Angleterre ou en Amérique, ainsi que les remèdes qui ont été proposés ou adoptés. »

L'Académie renvoie à l'examen de la Commission nommée pour le Mémoire de M. Perdonnet vingt-deux Notes et Lettres qui lui ont été adressées, également à l'occasion de la catastrophe du 8 mai, par MM. **Franchot, de Jouffroy, Dulaurier, Sorel, Boquillon, Leroy, Minich, Chevallier, Mimard, Dorez, Ph. Mathieu, Chesneaux, de Briges, de Chavagneux, Auxilion, Marie, A. de Brunier, Hennequin, Goutt, Savaresse**, et **Béraud**; elle renvoie aussi à la même Commision une Note adressée par une personne qui prend le titre d'ancien élève de l'École Polytechnique, dérogeant ainsi pour cette fois, en raison des circonstances extraordinaires, à l'article de son règlement qui concerne les communications dont l'auteur ne se fait pas connaître.

BOTANIQUE. — *Études phytologiques; par* M. **de Tristan**; troisième Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« L'auteur consacre ce troisième Mémoire à l'étude des vaisseaux spiraux et des gros vaisseaux séveux.

» Il reconnaît que certains vaisseaux spiraux ont été originairement for-

més d'une membrane simple, qui s'est ensuite découpée en hélice; mais il soutient que d'autres vaisseaux spiraux ou trachées sont formés originairement par un ou plusieurs filets qui croissent par leur extrémité en s'enroulant en hélice; il peut s'y joindre *ensuite* une membrane qui réunit les tours des filets.

» L'auteur croit que c'est trop restreindre la position des trachées que de les indiquer seulement dans l'étui médullaire. Il pense que les plantes à faisceaux didynames (deuxième Mémoire) doivent être considérées comme ayant leurs trachées dans l'épaisseur du corps ligneux. Dans d'autres plantes il montre les éléments des trachées (sous le nom de fils errants) jusque dans les couches ligneuses extérieures de tiges de plusieurs années.

» A l'égard des vaisseaux séveux, il cherche à reconnaître les traits les plus essentiels de leurs diverses constitutions, afin de pouvoir les classer suivant une méthode naturelle; mais au sujet de ces organes il règne encore trop d'obscurité, et l'auteur pense que, du moins provisoirement, il faut s'en tenir à une méthode empirique et artificielle, qu'il propose. »

M. **Péligot**, qui a fait connaître aux chimistes le véritable radical métallique des composés dont l'*urane* fait partie, dépose sur le bureau le travail complet auquel il s'est livré sur les combinaisons de ce métal.

Cette monographie volumineuse, fruit de deux années de travail, renferme la description de beaucoup de composés nouveaux et l'analyse de tous ceux que l'auteur a pu se procurer purs.

M. **de la Provostaye** y a joint une détermination exacte des formes de tous les composés cristallins obtenus par M. Péligot.

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Dumas.)

M. **Laurent** adresse un Mémoire sur deux *appareils destinés à prévenir les explosions des chaudières à vapeur*.

L'un de ces appareils a pour objet de maintenir le niveau de l'eau dans les chaudières, l'autre de s'opposer aux effets des coups de feu subits.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. **Collas** soumet au jugement de l'Académie une Notice sur des *essieux à pointe aciérée,* et une autre Notice sur son appareil pour la réduction des sculptures en ronde bosse.

Ces deux Mémoires sont renvoyés à l'examen d'une Commission compo-

sée de MM. Arago, Gambey, Francœur. Deux membres de l'Académie des Beaux-Arts, MM. David et Drolling, ont offert de s'adjoindre à la Commission pour l'examen de la machine à sculpter.

M. Pancré, auteur d'un Mémoire ayant pour titre : « *Moyen destiné à diminuer à volonté le tirant d'eau d'un bateau lorsqu'il faut franchir des bas-fonds*, » adresse aujourd'hui une Note additionnelle à son premier Mémoire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

L'Académie reçoit deux Mémoires destinés au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon et inscrits sous les n°s 16 et 17.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

L'Académie reçoit également un supplément à un Mémoire sur le *calcul des variations*, précédemment présenté au concours pour le grand prix de Mathématiques.

(Renvoi à la Commission du grand prix de Mathématiques.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre écrit qu'ayant arrêté la création de seize bibliothèques dans les principales villes ou postes militaires de l'Algérie, il lui a paru utile de comprendre parmi les ouvrages qui trouveront place dans ces bibliothèques, la collection des Rapports faits à l'Académie des Sciences par la Commission chargée de rédiger des instructions pour l'exploration scientifique de l'Algérie. Il prie en conséquence l'Académie de lui adresser 16 exemplaires de ces Instructions.

M. Burdin, nommé récemment à une place de correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Delessert communique la lettre suivante qu'il a reçue de M. J.-L. Prevost, un des administrateurs du chemin de fer de Londres à Birmingham :

« Je vous remercie infiniment de votre lettre sur l'affreux accident du chemin de fer de Versailles, rive gauche. La cause paraît devoir en être attribuée à l'imprudence des malheureux mécaniciens, qui allaient trop vite. Le témoin oculaire anonyme qui a écrit au *Journal des Débats* décrit avec un air de vérité ce qu'il a vu, et s'il est vrai que le mécanicien de la seconde machine poussait son feu à la descente, il y a de quoi expliquer l'accident. La violence du choc prouve de reste que cette vitesse doit avoir été excessive. Le même accident est arrivé le 2 octobre dernier sur le chemin de Brighton. La vitesse, assez bien observée, était de 30 milles à l'heure (12 lieues) sur un chemin en mauvais état. La première machine, aussi à quatre roues, sauta hors des rails, quoique l'autre ne la poussât pas. Cette dernière avait six roues. Sur les quatre mécaniciens et chauffeurs il n'y en eut que deux de tués, les deux autres purent témoigner devant le jury d'enquête, quoique blessés, et deux voyageurs qui étaient dans le premier compartiment du premier waggon furent aussi tués. Il n'y eut pas d'autres blessés. Le jury, composé de campagnards du voisinage, sur le témoignage des deux jeunes mécaniciens sans expérience, porta un blâme sur les machines à quatre roues, et recommanda qu'on les ôtât de la route, ce qui fut fait. Je fus de ceux qui n'approuvaient point cette décision.

» Le chemin de Londres à Birmingham a mis, depuis 1835, tout ce qui concerne les locomotives sous les soins de M. Bury, qui seul parmi les fabricants a persisté sans hésitation à ne vouloir faire et employer que des machines à quatre roues, et toutes nos machines sont faites ainsi, sur le modèle de Bury. En novembre 1837, peu après l'ouverture du chemin, une machine allant trop vite, le mécanicien ayant bu, sauta hors des rails, et se versa de l'autre côté du chemin, son tender aussi et quatre ou cinq voitures de même; mais les voyageurs échappèrent comme par miracle. Cela n'empêcha pas la compagnie de persister à ne se servir que de ces machines. Dès lors, il n'y a pas eu un accident qu'on ait pu attribuer aux quatre roues. Nos essieux ont cassé douze ou quinze fois, mais presque toujours la machine a tenu et a continué son chemin. M. Bury attribue à ses appuis *en dedans* des roues (et non *en dehors* comme ils le sont dans la plupart des machines à six roues), le fait que lorsqu'un essieu casse, la machine à six roues sort plus souvent de la voie que celle à quatre roues.

» Quoi qu'il en soit, voici l'extrait du tableau complet des accidents de chemins de fer, que le bureau du commerce, d'après des rapports

circonstanciés que les compagnies et les inspecteurs du gouvernement sont tenus de faire de chaque accident d'après la loi passée il y a deux ou trois ans :

Année **1841.**

	NOMBRE d'accidents.	NOMBRE DE PERSONNES	
		tuées.	blessées.
1°. Accidents arrivés à des voyageurs dont la cause n'est pas due à leur imprudence.....	29	24	72
2°. Accidents arrivés à des voyageurs dont la cause est due à leur imprudence, ou à ce qu'ils ne se sont pas conformés aux règlements...	36	17	20
3°. Accidents éprouvés par des employés des compagnies des chemins de fer, dans des circonstances qui ne compromettaient en rien la sûreté du public........................	60	28	36
Total. Grande-Bretagne et Irlande, 1841.	125	69	128

» De ces 125 accidents, pas un seul n'est arrivé sur le chemin de Londres à Birmingham, dont les recettes sont les plus fortes, c'est-à-dire qui transporte le plus de voyageurs et de marchandises, qui a des courbes et des pentes, et huit souterrains. J'estime qu'il reçoit la cinquième partie ou au moins la sixième partie de la totalité des recettes des chemins de fer du royaume : il devrait donc être exposé au cinquième des accidents. On s'accorde à l'appeler le chemin modèle. Les amateurs des machines à six roues sont plus décidés que nous à considérer la question comme résolue.

» Il y a d'autres chemins que le London et Birmingham qui se servent de machines à quatre roues : le Midland-Counties et le North-Union. Ce sont des chemins dont le principal administrateur est le même ami de Bury qui a fait adopter cet ingénieur sur le chemin de Londres à Birmingham.

» Il n'y a donc ici aucune disposition législative qui autorise ou prohibe aucune espèce de machine, et je verrais avec peine que vous prissiez un parti brusque à cause de cet accident.

» Notre conseil d'État a le droit de faire des règlements; il n'en use

qu'avec une certaine réserve. Il intervient amicalement par l'organe de ses inspecteurs, et il y a souvent de l'avantage à cette surveillance qui tient les administrations sur l'éveil, sans leur ôter de leur responsabilité. Je vous répète que celle de ne nous servir que de machines à quatre roues ne nous pèse pas, puisque nous n'avons pas d'accidents. Nous avons une police très-soigneuse et des règlements sévères; nous récompensons généreusement les mécaniciens et chauffeurs de leur bonne conduite, et nous les punissons des moindres fautes.

» Une chose que je désirerais, mais qui est comme impossible en pratique, c'est de mener les convois par une machine seule. Nous ne le faisons pas ici. Nous avons des convois à deux machines constamment. J'aurais voulu aussi, après les accidents, avoir un waggon de bagages ou de marchandises entre la machine et les voyageurs, mais cela n'a jamais été adopté : les voyageurs sont immédiatement après le tender. Il serait impraticable de mettre plus d'un pareil waggon entre la machine et les voyageurs.

» La cause principale de l'étendue du mal dans l'accident de Meudon a été la vitesse excessive. On pourrait prohiber des vitesses qui dépassent 12 lieues à l'heure dans les pentes à la descente. Nous courons habituellement, au reste, 15 lieues à l'heure.

» Je terminerai ma Lettre en vous disant que nous ne fermons les voitures que d'un seul côté sur la plupart des chemins de fer. Sur le chemin du Great-Western, on les ferme des deux côtés. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur la pression de la vapeur, dans la chaudière et dans le cylindre, des machines à vapeur stationnaires; par* M. DE PAMBOUR.

« On sait qu'il est admis que dans les machines à vapeur stationnaires, travaillant dans leur état normal, et avec la grandeur habituelle des passages de la vapeur, la pression de la vapeur dans le cylindre de la machine ne peut différer que très-peu de la pression dans la chaudière. Pour démontrer l'inexactitude de cette opinion, qui est très-importante dans le calcul des machines à vapeur, j'ai présenté, dans plusieurs Mémoires soumis à l'Académie, un grand nombre d'exemples tirés des machines locomotives, où j'ai fait voir que, dans quelques cas, la pression dans le cylindre était égale à la pression dans la chaudière, et que dans d'autres cas, et dans la même machine, la première de ces deux pressions n'était que la moitié ou le tiers de la seconde. Mais comme des exemples tirés des machines locomotives

seulement, pouvaient paraître insuffisants, j'ai voulu, depuis, soumettre aussi les machines stationnaires à quelques épreuves directes à ce sujet; et ce sont les résultats de ces expériences que je viens en ce moment soumettre à l'Académie.

» Une machine à vapeur à haute pression, sans détente, employée à Brighton en Angleterre (at the Brigthon Water-works), pour puiser l'eau nécessaire à l'usage des habitants de la ville, est la première que j'ai soumise à l'expérience. Cette machine présente les dimensions et données suivantes, que je demande la permission, pour plus de simplicité, de laisser en mesures anglaises: diamètre du cylindre 16 pouces, course du piston 3 pieds, pression effective ordinaire de la vapeur dans la chaudière 40 livres par pouce carré, vitesse normale du piston 60 courses ou 180 pieds par minute, diamètre du tube à vapeur 4.25 pouces. La machine peut mettre en jeu, soit six pompes d'épuisement, soit trois pompes seulement. Je me suis donc proposé de mettre à profit cette circonstance, pour examiner les conditions de son mouvement avec ces deux charges respectives.

» *Première expérience.* — La machine manœuvre six pompes de 18 pouces de course, dont trois de 8 pouces de diamètre, et trois de 8.5 pouces de diamètre. Elle a travaillé pendant 6 heures juste, et a donné très-régulièrement, pendant ce temps, 56.11 coups de piston par minute. La pression effective moyenne de la vapeur dans la chaudière, ou plutôt dans le tube à vapeur près de l'entrée du cylindre, prise au manomètre à mercure, était de 39.79 livres par pouce carré (maximum 41.0, minimum 38.5).

» *Deuxième expérience.* — La machine manœuvre trois pompes de 8 pouces de diamètre. Elle a travaillé pendant 4 heures 50 minutes, et a donné 57.30 coups de piston par minute. La pression effective moyenne dans la chaudière était de 40.42 livres par pouce carré (maximum 41.50, minimum 40).

» *Troisième expérience.* — La machine manœuvre les trois mêmes pompes. On cherche quelle est la moindre pression avec laquelle elle puisse se maintenir en mouvement sans se ralentir. La pression dans la chaudière étant réduite à 15.50 livres par pouce carré, la machine maintient une vitesse de 42 coups de piston par minute.

» *Quatrième expérience.* — La machine marche à vide. On cherche quelle est la moindre pression avec laquelle elle peut se maintenir en mouvement. La pression dans la chaudière étant réduite à 3.50 livres par pouce carré, la machine maintient une vitesse de 22 coups de piston par minute.

» Pendant la première de ces expériences, la machine a travaillé dans son état régulier, c'est-à-dire avec son gouverneur à force centrifuge et sa sou-

pape à gorge réglés comme à l'ordinaire, quand elle manœuvre six pompes. Pendant la seconde expérience, la machine a également travaillé dans son état normal, quand elle manœuvre trois pompes. Il n'y avait donc *absolument* rien de changé aux circonstances habituelles du travail de la machine. Pendant les troisième et quatrième expériences, tout est resté réglé comme dans la deuxième expérience.

» Il résulte de la quatrième expérience, que le frottement de la machine, sans charge, ne pouvait excéder 3.50 livres par pouce carré de la surface du piston; et la lenteur excessive du mouvement permet d'admettre que l'équilibre de pression avait le temps de s'établir, entre la chaudière et le cylindre; de sorte qu'on peut, sans erreur sensible, regarder 3.50 livres par pouce carré, comme représentant le frottement de la machine.

» La troisième expérience démontre de même, que la charge *totale* de la machine, avec trois pompes, et tous frottements compris, ne se montait, au plus, qu'à 15.5 livres par pouce carré, de la surface du piston; et en retranchant le frottement de la machine, il s'ensuit que la charge et le frottement des trois pompes de 8 pouces de diamètre s'élevait à 12.0 livres par pouce carré.

» Enfin, puisque la charge des trois pompes de 8 pouces de diamètre, était représentée par une pression de 12 livres par pouce carré, il s'ensuit que le travail des trois pompes de 8.5 pouces de diamètre devait, en proportion des trois premières, exiger une pression de 13.55 livres par pouce carré du piston; de sorte que le travail des six pompes ensemble, plus le frottement, formait une résistance totale de $12 + 13.55 + 3.50 = 29.05$ livres par pouce carré du piston à vapeur.

» Donc les expériences présentaient les résultats suivants :

Expérience III	Pression effective dans la chaudière	15.50	Rapport 1.
	Pression effective dans le cylindre, à très-peu près	15.50	
Expérience II	Pression effective dans la chaudière	40.42	Rapport 0.38.
	Pression effective dans le cylindre.	15.50	
Expérience I	Pression effective dans la chaudière	39.79	Rapport 0.73.
	Pression effective dans le cylindre.	29.05	

» La seconde machine que j'ai soumise à l'expérience est une machine du système d'Evans, c'est-à-dire à haute pression et à détente, qui était employée dans le même établissement et qui servait au même usage que la première, toutefois au moyen d'engrenages différents. Elle présentait les dimensions et données suivantes : diamètre du cylindre 16.5 pouces, course du piston 3 pieds, portion de la course parcourue avant la détente de la vapeur 0.517 de la course totale, pression effective ordinaire de la vapeur dans la chaudière 40 livres par pouce carré, vitesse normale du piston 60 courses ou 180 pieds par minute, diamètre du tube à vapeur 4.50 pouces. Avec cette machine, les expériences ont donné les résultats suivants.

» *Première expérience.* — La machine manœuvre six pompes de 18 pouces de course, dont trois de 8 pouces et trois de 8.5 pouces de diamètre. Elle a travaillé pendant 6 heures 14 minutes, et a donné très-régulièrement 63.31 coups de piston par minute. La pression effective de la vapeur dans la chaudière était de 40.0 livres par pouce carré, sans variation sensible.

» *Deuxième expérience.* — La machine met en jeu trois pompes de 18 pouces de course et de 8 pouces de diamètre. Elle a travaillé pendant quatre heures quarante-deux minutes, et a donné 66.10 coups de piston par minute. La pression effective moyenne dans la chaudière a été de 40.34 livres par pouce carré (maximum 41.50, minimum 40).

» *Troisième expérience.* — La machine manœuvre les trois mêmes pompes. On cherche quelle est la moindre pression à laquelle elle puisse se maintenir en mouvement. La pression effective dans la chaudière étant de 16.5 livres par pouce carré, la machine maintient très-uniformément une vitesse de quarante coups de piston par minute.

» *Quatrième expérience.* — La machine marche à vide. La pression effective dans la chaudière étant de 5.0 livres par pouce carré, la machine donne régulièrement vingt-quatre coups de piston par minute.

» Pendant ces expériences la soupape à gorge a été, comme à l'ordinaire, dirigée par le gouverneur à force centrifuge, sans intervention du machiniste, et dans son état tout à fait habituel pour les charges respectives de six pompes et de trois pompes.

» La quatrième expérience prouve que le frottement propre de la machine exigeait dans la vapeur, avant sa détente dans le cylindre, une pression de 5 livres, à très-peu près, par pouce carré de la surface du piston ; la troisième, que la charge de la machine, avec trois pompes, ne s'élevait pas au delà de 16.5 livres par pouce carré sur le piston, avant détente ; ce

qui fait voir qu'avec six pompes, la charge ne pouvait excéder, frottement compris, 29.48 livres par pouce carré, avant détente.

» Cela posé, les expériences offraient les résultats suivants :

Expérience III	Pression effective dans la chaudière	16.5	Rapport 1.
	Pression effective dans le cylindre, avant détente, à très-peu près	16.5	
Expérience II	Pression effective dans la chaudière	40.34	Rapport 0.41.
	Pression effective dans le cylindre, avant détente	16.50	
Expérience I	Pression effective dans la chaudière	40.0	Rapport 0.74.
	Pression effective dans le cylindre, avant détente	29.48	

» Ces expériences prouvent assez que toute supposition d'égalité, ou même d'un rapport constant quelconque, entre les deux pressions, est nécessairement inexacte; mais pour qu'il ne puisse rester aucun doute à cet égard, nous citerons encore quelques preuves tirées des machines de Cornouailles, ou des tracés d'*indicateur* obtenus dans ces machines. On sait que cet instrument, inventé par Watt, et formé d'un ressort comprimé par la vapeur, trace sur une carte mobile, au moyen d'un crayon fixé à l'extrémité du ressort, une courbe qui indique la pression de la vapeur dans le cylindre, en chacun des points de la course du piston. Il est donc facile de comparer la pression de la vapeur dans le cylindre, avec la pression qui existe au même instant dans la chaudière. Or, en examinant les tracés obtenus par ce moyen, on trouve une différence très-grande et très-variable entre les deux pressions; et l'on en aura la preuve en consultant les tracés consignés par divers ingénieurs anglais, et dans un autre but, dans les deux premières planches du volume III des *Transactions de l'Institution des Ingénieurs civils de Londres*. On y observera les rapprochements suivants :

I. *Machine de Huel-Towan*	Pression effective dans la chaudière, en livres, par pouce carré	61.8	Rapp. 0.44.
	Pression effective maximum, dans le cylindre, pendant sa communication avec la chaudière.....	27.0	
II. *Machine de East-Crinnis*	Pression effective dans la chaudière....................	36.8	Rapp. 0.63.
	Pression effective maximum, dans le cylindre, pendant sa communication avec la chaudière.....	23.1	
III. *Même machine*.	Pression effective dans la chaudière....................	26.3	Rapp. 0.76.
	Pression effective maximum, dans le cylindre, pendant sa communication avec la chaudière.....	20.0	

» Tous les tracés d'indicateur représentés dans la planche 4 du volume II du même ouvrage, offrent des résultats entièrement semblables ; et nous citons à dessein ces exemples, parce que chacun peut les vérifier directement.

» Il résulte donc de ces observations, que dans les machines *fixes*, la vapeur subit des réductions de pression tout aussi considérables, et tout aussi peu proportionnelles à la pression dans la chaudière, que dans les machines locomotives; et comme, dans les locomotives, les passages de la vapeur se font de $\frac{1}{9}$ à $\frac{1}{11}$ de l'aire du cylindre, et que dans les machines soumises plus haut à l'expérience, ces passages avaient $\frac{1}{14}$ et $\frac{1}{13}$ de l'aire du cylindre, ce qui est plus qu'il n'est d'usage de leur donner dans les machines fixes, où on ne les fait ordinairement que de $\frac{1}{25}$ de l'aire du cylindre, on voit que les effets observés ne peuvent être attribués à des dimensions trop faibles pour les passages de la vapeur. Par conséquent, dans les machines fixes, comme dans les locomotives, il est impossible de calculer la pression de la vapeur dans le cylindre, pour en conclure l'effet utile de la machine, au moyen d'un coefficient constant quelconque, appliqué à la pression observée dans la chaudière.

» Dans un prochain Mémoire, je me propose de montrer que l'établissement de ces différences très-variables de pression, qui se produisent dans le travail normal des machines à vapeur, n'est qu'un effet très-naturel, et qu'on aurait pu prévoir à priori. »

CHIMIE. — *Sur la nature du résidu que laisse le zinc du commerce, traité par l'eau et l'acide sulfurique.* — Lettre de M. G. BARRUEL.

« M. Jacquelain, à la suite du travail qu'il a entrepris pour la rectification du nombre proportionnel du zinc, a examiné le résidu non dissous par l'acide sulfurique étendu, le résultat de son analyse a été 0,142 de fer, 0,429 de plomb, et 0,0036 de carbone.

» M. Berzélius, d'après le travail qu'il fit sur ce résidu, a déclaré que c'était un oxyde particulier de zinc.

» Enfin, M. Houton-Labillardière trouva par ses expériences que c'était de l'étain.

» M. Barruel, de la Sorbonne, ayant une assez grande quantité de ces résidus, qu'il avait recueillis avec soin, les traita, il y a déjà quelques années, dans un creuset brasqué; son résultat fut un culot bien fondu, blanc grisâtre; le temps lui ayant manqué, je me suis chargé de l'examiner. Il était peu malléable; sa cassure indiquait sa non-homogénité. J'y ai trouvé : étain 58,6, plomb 34,5, soufre 5,5, plus des traces de fer, de manganèse, etc., que je n'ai pas dosées.

» Voulant vérifier si tous les zincs donneraient de l'étain, j'ai traité une assez grande quantité de ces résidus par l'eau, aiguisée d'acide sulfurique, pour me débarrasser du zinc qui aurait pu y rester, et j'ai facilité la réaction par l'ébullition. Le lendemain, je trouvai le fond de la capsule rempli d'aiguilles métalliques, blanches, très-brillantes, enchevêtrées comme celles de l'argent dans l'arbre de Diane : c'était de l'étain.

» La diversité de ces résultats semble montrer que tous les zincs du commerce n'ont pas une composition identique; il paraîtrait cependant, d'après la similitude des résultats obtenus par M. Labillardière il y a plus de vingt ans, et par moi sur le culot obtenu il y a dix ou douze ans, comme sur les résidus d'opérations de cette année, que le résidu stannique est le plus fréquent. »

M. ARAGO a donné l'analyse d'un excellent Mémoire de M. PETIT, sur le climat de Toulouse. M. Petit avait trouvé pour la température moyenne de la ville dont il dirige l'Observatoire :

En 1839	14°,15
En 1840	13,06
1841 lui a donné	13,30
Moyenne	13°,50

Ce nombre est, à ce qui paraît, un peu plus élevé que celui que donneront les fontaines de la ville. M. Petit sera invité, au nom de l'Académie, à continuer ses utiles et laborieuses recherches.

M. **Arago** a présenté, de la part de M. le capitaine de vaisseau **Bérard**, un manuscrit intitulé : *Observations météorologiques et autres, faites dans le golfe du Mexique, à bord du* Voltigeur, pendant les années 1838 et 1839.

Lorsque le temps nous l'aura permis, nous insérerons dans les *Comptes rendus* un extrait détaillé du nouveau Mémoire de l'infatigable correspondant de l'Académie et d'un travail plus ancien non moins intéressant.

M. **Arago** communique une Lettre de M. **Delamarche**, ingénieur-hydrographe embarqué sur la frégate *l'Érigone*. Dans cette Lettre, datée de Macao, le 1er janvier 1842, M. Delamarche annonce que M. le capitaine Cécille est allé au-devant de ce qui pouvait faciliter ses recherches scientifiques, en sorte que tout promet une ample moisson de matériaux.

M. **Villerais** écrit d'Athènes qu'on a ressenti dans cette ville un tremblement de terre le 18 avril, à 10^h 5^m du matin, et qu'on l'a ressenti également à Maïna et dans les chaînes du Taygète.

La séance est levée à cinq heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 19, in-4°.

Mémoires de l'Académie royale des Sciences; t. XVIII.

Annales des Sciences naturelles; avril 1842; in-8°.

Annales des Mines; tome XX, 5e liv. de 1841, in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; avril 1842; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XIV, mai et juin 1841; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; mai 1842; in-8°.

Mémoire sur la famille des Myrtacées; par M. DE CANDOLLE; Genève, 1842; in-8°.

Rapport sur les éducations automnales; par MM. BONAFOUS, BERTALOZONE, comte WILLA DE MONTPASCAL, DUBOIN *et* BERTOLA. (Extrait des *Annales de la Société séricicole.*) Traduit de l'italien; 1 feuille in-8°.

Des Parasites cutanés de l'Homme; par M. J. HEREAU; Paris, 1842; in-8°.

Mémoire sur les Bois employés dans les charpentes des anciens édifices, et sur les caractères distinctifs des bois de Chêne et de Châtaignier; par M. STANISLAS DES ÉTANGS; Troyes, 1842; in-8°.

Traité élémentaire d'Anatomie générale, descriptive et physiologique; par M. RUMBAUD; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; mai 1842; in-8°.

Annales de la Propagation de la Foi; mai 1842; in-8°.

Le Technologiste; mai 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; mai 1842; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; avril 1842; in-8°.

Note présentée à l'Académie royale des Sciences, concernant les moyens propres à prévenir les accidents sur les chemins de fer; par M. PH. MATHIEU; $\frac{1}{4}$ de feuille in-8°.

Histoire naturelle, générale et particulière des Insectes névroptères; 1re Monographie, famille des Perlides; par M. PICTET; 7e livraison, Genève; in-8°.

De rarioribus quibusdam sceleti humani, cum animalium sceleto analogiis; scripsit Dr A.-G. OTTO; Vratislaviæ, 1839; in-4°.

Enarratio de rariori quodam plenariæ ossium pubis ancylosis exemplo; auctore Dr A.-G. OTTO; 1838; in-4°.

Transactions of... *Transactions de la Société zoologique de Londres;* vol. II; part. 5; in-4°.

Proceedings.... *Procès-Verbaux de la Société zoologique de Londres;* vol. III; part. 2; nos 74, 75, 76 et 77; in-8°.

Conchologia.... *Conchyliologie systématique; par* M. LOVELL-REEVE; part. 7; in-4°; Londres, 1842.

The natural... *Histoire naturelle de l'Homme; par* M. J.-C. PRICHARD; n° 5; Londres, 1842; in-8°.

The Zoology... *Zoologie du voyage du* Beagle, *publié sous la direction de* M. CH. DARWIN; 4e partie (*Poissons*); n° 4 et dernier.

The London.... *Journal de Botanique de Londres, publié par* M. W.-F. HOOKER; n° 5; mai 1842; in-8°.

Reports... *Rapport fait à la Réunion annuelle générale de la Société zoologique de Londres;* 29 avril 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 447; in-4°.

Il Latte... *Le Lait et ses produits; par* M. le Dr CATTANEO; Milan; in-8°.

Difesa... *Défense des principes de mécanique moléculaire déduits de l'expérience de* M. AMBROISE FUSINIERI; in-4°. (Extrait des *Annales des Sciences du royaume Lombardo-Vénitien.*)

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 20.

Gazette des Hôpitaux; n° 56 à 58.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 254.

L'Écho du Monde savant; n° 728.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Réponse de M. **Dutrochet** *à la Note de* MM. **Joly** *et* **Boisgiraud** *qui a été communiquée à l'Académie des Sciences dans sa séance du* 9 *mai* 1842.

« 1. Dans ma réclamation, insérée au *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 18 avril 1842, je me suis élevé contre une accusation que MM. Joly et Boisgiraud ont portée contre moi dans l'*avertissement* placé en tête de leurs *Nouvelles recherches sur les mouvements du camphre*. Ils m'ont accusé d'avoir *emprunté* leurs idées sans avoir indiqué la source où je les aurais puisées; je les ai sommés de s'expliquer à cet égard; c'est ce qu'ils ont fait dans la Note à laquelle je réponds ici. Dans la Lettre d'envoi qui a accompagné cette Note, ils ont déclaré qu'ils n'avaient eu *aucunement l'intention de porter une accusation contre moi*. Je dois apprécier cette absence d'intention, mais le fait subsiste. C'est à leur accusation d'abord nettement exprimée, et aujourd'hui appuyée sur ce qu'ils regardent comme des preuves, que je vais répondre. Nous allons voir quels sont ces *droits à la priorité* qu'ils revendiquent.

» 2. Je dois faire remarquer d'abord que, dans mon ouvrage, j'ai fait connaître que j'avais lu le Mémoire manuscrit de MM. Joly et Boisgiraud ; ce qui eût été de ma part une grande maladresse, si j'avais effectivement fait des emprunts à ce Mémoire. J'ai pris connaissance de ce dernier le 20 avril 1841, lendemain du jour où il a été présenté à l'Académie des Sciences : depuis ce jour je ne l'ai pas vu ; il a sûrement été envoyé, comme c'est l'ordinaire, au président de la Commission nommée pour l'examiner. J'avais gardé le souvenir des faits principaux que contenait ce travail, mais les faits de détail étaient complétement sortis de ma mémoire, lorsque, un an environ après, j'ai écrit mon ouvrage intitulé: *Recherches sur la force épipolique*. Je fais cette déclaration uniquement dans l'intérêt de la vérité, et non pour m'en prévaloir contre l'accusation d'avoir fait des emprunts au Mémoire dont il s'agit. Je dois ici me placer dans les conditions les plus défavorables pour moi, et supposer que j'avais ce Mémoire sous les yeux lorsque j'ai écrit mon ouvrage.

» 3. J'ajouterai, pour terminer ces observations préliminaires, que j'étais si loin de penser que MM. Joly et Boisgiraud pussent trouver dans mon ouvrage des sujets de plainte ou de récrimination contre moi, que c'est moi-même qui leur en ai adressé un exemplaire aussitôt qu'il a été imprimé. Actuellement j'entre en matière.

» 4. La Note dans laquelle MM. Joly et Boisgiraud ont spécifié les *emprunts* qu'ils prétendent que j'ai faits à leur Mémoire, a confirmé pleinement mes prévisions, en me faisant voir que leurs prétentions à cet égard sont entièrement dépourvues de fondement. Pour arriver à cette démonstration, je commence par définir ce que c'est qu'une *propriété intellectuelle*. On ne doit donner ce nom, dans les sciences, qu'aux *idées originales* et aux *découvertes de faits*. Toutes les idées vulgaires, tous les faits qui n'ont point de *propriétaires* connus, appartiennent au domaine scientifique public. Lorsque, dans des ouvrages scientifiques sur les mêmes sujets, deux auteurs se rencontrent dans l'emploi des mêmes expressions, il n'y a rien là que de très-naturel, et supposé qu'il y eût *emprunt* de ces expressions par l'un de ces auteurs à l'autre, il n'y aurait rien là que de très-licite, lorsque ces expressions empruntées sont nécessaires pour exprimer les idées, et que leur emploi n'entraîne point l'usurpation d'une *idée originale*. Il n'en est pas des sciences comme des lettres, où la *propriété intellectuelle* consiste dans l'éloquence du langage, dans l'harmonie du discours en prose ou en vers, dans le piquant des idées, piquant qui

résulte souvent du choix de l'expression, etc. Ceux qui cultivent les sciences physiques se trouvent dans le domaine de l'*académie des choses*, et non dans celui de l'*académie des mots*, pour me servir de l'expression spirituelle d'un membre de l'Institut, et pour donner un exemple du cas où l'usurpation d'une expression serait un véritable plagiat. Dans les sciences, le plagiat consiste dans l'usurpation d'une *idée scientifique originale* ou d'une *découverte*. Armé de ces notions préliminaires, je vais examiner si j'ai emprunté à MM. Joly et Boisgiraud des *idées originales* ou des *découvertes*, au sujet desquelles ils puissent *revendiquer leurs droits à la priorité*.

» 5. Ces auteurs se plaignent de ce que, en parlant de l'arrêt des mouvements du camphre sur l'eau par l'immersion des corps qui ont un enduit gras, je me suis contenté de dire, l'*expérience apprend*, sans avoir dit que cette expérience leur appartenait. C'est que, dans le fait, cette *idée originale* ne leur appartient pas; elle appartient à Venturi, qui même semble avoir été précédé, à cet égard, par Lichtemberg. Romieu avait prétendu que le mouvement du camphre sur l'eau était suspendu par l'immersion dans ce liquide d'un corps conducteur de l'électricité, effet que ne produisait pas un corps non conducteur. Dès 1787, Lichtemberg a expérimenté, contradictoirement à ces assertions, qu'un fil de laiton plongé dans l'eau, sur la surface de laquelle se mouvait le camphre, n'arrêta point le mouvement de ce dernier, et que si l'immersion de la boule de verre d'un thermomètre dans cette même eau arrêta le mouvement du camphre, cela provenait de la malpropreté de cette boule. Venturi, en 1797, fut bien plus explicite à cet égard, car il dit formellement que l'immersion dans l'eau d'*un corps quelconque*, conducteur de l'électricité ou non, n'arrête point le mouvement du camphre, *pourvu qu'il soit bien nettoyé de toute substance huileuse* (1). Ainsi, l'*idée originale* appartient incontestablement ici à Venturi. MM. Joly et Boisgiraud semblent le reconnaître, puisqu'ils indiquent, sans toutefois le citer textuellement, le passage ci-dessus du Mémoire de Venturi. Ils n'ont donc point à prétendre à la propriété de cette *idée originale* ou de cette *découverte*; ils ont cultivé la *propriété intellectuelle* de Venturi, et voilà tout.

» 6. J'en dirai autant par rapport à la reclamation de MM. Joly et Boisgiraud relative à l'arrêt du mouvement du camphre lorsque l'eau sur la-

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XXI, page 268.

quelle il est placé se trouve dans un vase dont les parois sont malpropres. Ces auteurs reconnaissent ici que B. Prévost les a précédés dans la découverte de la cause de cet arrêt de mouvement, et qu'il a indiqué, dans ce cas, la nécessité de nettoyer les vases avec une lotion alcaline. L'*idée originale* ou la *découverte* appartient donc ici à B. Prévost; c'est sa *propriété intellectuelle:* elle a été cultivée par MM. Joly et Boisgiraud qui, par une culture soignée, en ont obtenu un *fruit nouveau,* ce que je me suis empressé de consigner dans mon ouvrage, ainsi que je vais l'exposer tout à l'heure. Il n'en reste pas moins certain que l'*idée originale* n'a point cessé d'appartenir ici à B. Prévost. MM. Joly et Boisgiraud n'ont donc encore ici aucun droit pour *réclamer la priorité.* Quant à moi, dans ce cas comme dans le précédent (5), je n'ai pu leur faire d'*emprunt* dans une matière dont ils ne sont pas *propriétaires,* car on n'emprunte qu'à celui qui possède.

» **7.** Deux mois environ avant la présentation du Mémoire de MM. Joly et Boisgiraud à l'Académie des Sciences, mon confrère à l'Académie M. Boussingault m'avait prévenu sur l'existence inaperçue des substances grasses à la surface des corps solides et spécialement des métaux les plus propres en apparence. Il avait obtenu de leur analyse, dans certaines expériences, des quantités très-notables de gaz qui devaient leur origine à ces substances organiques. Il me conseilla de nettoyer complétement les métaux que j'employais à mes expériences, pensant que l'arrêt du mouvement du camphre sur l'eau, par leur immersion dans ce liquide, provenait de la présence de cette couche inaperçue de substance grasse. Je suivis ses conseils et je vis qu'ils étaient parfaitement fondés. J'eus regret alors d'avoir fait trop peu d'attention aux expériences de Venturi et de B. Prévost. Je m'abstins dès lors de publier une quatrième partie de mon Mémoire que j'avais annoncée (1). Je me proposais de revenir sur les erreurs théoriques auxquelles je m'étais laissé entraîner lorsque je publierais l'ouvrage déjà projeté que je viens de faire paraître, ouvrage qui nécessitait de ma part des recherches nouvelles et fort étendues. MM. Joly et Boisgiraud m'ont prévenu par la présentation de leur Mémoire à l'Académie des Sciences, le 19 avril 1841.

» **8.** Tout ce qui précède prouve bien que MM. Joly et Boisgiraud n'ont rien à prétendre *relativement à la priorité* pour l'*idée originale* qui fait dépendre l'arrêt des mouvements du camphre sur l'eau de la malpropreté inaperçue des corps solides qui sont en contact avec ce liquide. Il me reste à

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XII, p. 150.

dire pourquoi je me suis exprimé d'une manière vague à cet égard dans mon ouvrage, où j'ai évité de dire à qui appartenait l'*idée originale* dont il est ici question, mais cependant sans me l'attribuer à moi-même, comme MM. Joly et Boisgiraud pensent qu'il paraîtrait que j'aurais voulu le faire. Le Mémoire encore inédit de ces auteurs était soumis au jugement d'une Commission de l'Académie; je n'avais point le droit de publier les expériences contenues dans ce Mémoire inédit; les convenances les plus délicates m'interdisaient d'imprimer les observations critiques que je viens de faire sur le droit prétendu des auteurs de ce Mémoire à la propriété des *idées originales* qu'ils considéraient comme leur appartenant. J'ai écarté toute difficulté à cet égard, en ne nommant point les *propriétaires* de ces *idées originales* et en me contentant d'employer les formules, l'*expérience apprend*, j'*ai reconnu*, expressions qui annonçaient l'existence dans la science des faits auxquels elles s'appliquaient et dont *je reconnaissais* la vérité. Ces résultats de l'expérience étaient publiés dans les ouvrages de B. Prévost et de Venturi; ils étaient reproduits dans les *conclusions* du Mémoire de MM. Joly et Boisgiraud, conclusions imprimées dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* près d'une année avant la publication de mon ouvrage; il est donc bien évident que je ne puis être soupçonné d'avoir voulu m'en attribuer la propriété.

» **9.** Ainsi ces deux premières réclamations de MM. Joly et Boisgiraud sont aussi mal fondées qu'elles sont mal adressées, car d'une part la priorité qu'ils réclament ne leur appartient pas, et d'une autre part je n'ai cherché en aucune façon à m'en emparer. Ces droits à la priorité appartiennent à B. Prévost et à Venturi. Ce qu'il y a de remarquable ici, et ce qui prouve bien que MM. Joly et Boisgiraud ne se sont point fait une idée juste touchant *la propriété en matière scientifique*, c'est qu'il leur paraît, disent-ils, que *c'est leur Mémoire et non ceux du professeur de Montauban* (B. Prévost), *qui m'aurait mis sur la voie des rectifications que j'ai fait subir à mes anciennes idées*. Eh bien, quand cela serait vrai, ce qui toutefois n'est pas, cela changerait-il l'état de la question? cela enlèverait-il à B. Prévost la propriété de son *idée originale?* et parce qu'ils ont reproduit cette *idée originale*, peuvent-ils admettre qu'on la leur ait *empruntée* au détriment de son seul possesseur? N'est-il pas dans le sens commun que l'on ne peut emprunter qu'à celui qui possède?

» **10.** J'ai dit plus haut (**8**) que, par sentiment de convenance, j'avais dû m'abstenir de parler des expériences contenues dans le Mémoire alors inédit de MM. Joly et Boisgiraud, surtout quand j'avais des observations cri-

tiques à faire. Le premier de ces motifs a dû céder, dans mon esprit, devant un sentiment que chacun appréciera. J'ai trouvé dans leur Mémoire des expériences ingénieuses qui prouvaient mon erreur; j'ai dû me permettre de les publier. J'ai dit plus haut (**6**) que ces auteurs avaient obtenu un *fruit nouveau* de la culture soignée de la *propriété intellectuelle* ou de l'*idée originale* de B. Prévost. J'indique, par ce langage métaphorique, les expériences tout à fait nouvelles par lesquelles ces auteurs ont prouvé que j'avais commis une erreur en attribuant à la lente élévation de l'eau dans un vase l'absence du mouvement du camphre à la surface de ce liquide. Or, j'ai reconnu hautement avec eux que ce phénomène n'avait lieu que lorsque le vase était enduit d'une manière inaperçue par des matières organiques qui étaient détachées de plus en plus de ses parois par l'élévation graduelle et lente de l'eau, ce qui n'avait pas lieu lorsque l'eau était versée brusquement. Cette déclaration avait un autre effet, celui de reconnaître leur droit d'antériorité sur moi, sinon leur droit de priorité absolue, par rapport aux expériences qui sont relatives à l'arrêt des mouvements du camphre sur l'eau contenue dans des vases dont les parois sont malpropres. J'expose enfin, dans ce même endroit, que ces auteurs, dont le travail est antérieur au mien, nettoyaient soigneusement les vases dont ils se servaient pour leurs expériences avec de l'ammoniaque, pour leur enlever tout enduit gras qui aurait pu salir leurs parois. Ces déclarations si explicites devaient suffire pour éloigner d'eux toute idée que j'avais voulu être injuste et encore moins usurpateur à leur égard; elles devaient suffire pour leur interdire les réclamations dont j'ai fait voir d'ailleurs plus haut (**6**) le défaut de fondement relativement au *droit de priorité*.

» **11**. Les réclamations de MM. Joly et Boisgiraud auxquelles je viens de répondre paraissent *suffisantes* à ces auteurs pour prouver que je leur ai fait des *emprunts*, et ils ne se décident à poursuivre l'énumération de ces *emprunts prétendus* (que je qualifie ainsi à bien juste titre) que pour répondre à la sommation que je leur ai faite de les spécifier tous. Ici je dois faire une observation importante.

» **12**. Dans leur Mémoire, MM. Joly et Boisgiraud ne s'occupent que des mouvements du camphre sur l'eau et sur le mercure. Je me suis occupé du même sujet dans mon ouvrage, qui offre en outre l'étude de bien d'autres phénomènes. Or c'est dans les parties de cet ouvrage qui sont étrangères à l'étude des mouvements du camphre que sont puisés, à l'exception d'un seul, tous les sujets des réclamations de MM. Joly et Boisgiraud auxquels il me reste à répondre, circonstance que ces auteurs ont oublié de men-

tionner. Ainsi, dans le chapitre où j'étudie le phénomène de l'extension spontanée de divers liquides en couches extrêmement minces sur la surface des solides polis, je suis conduit à parler de la nécessité de nettoyer ces surfaces, et entre autres la surface du verre, de tout enduit gras. J'indique à ce sujet, comme moyen de nettoyement, l'emploi des liquides alcalins et des acides concentrés. Or, MM. Joly et Boisgiraud ayant indiqué les mêmes moyens de nettoyement par rapport aux vases destinés à contenir l'eau sur la surface de laquelle le camphre doit se mouvoir, réclament à cet égard leur *droit de priorité*. Ainsi il n'est plus question ici de rivalité d'expériences, il ne s'agit que de la priorité de l'emploi des moyens propres à enlever un enduit gras de dessus la surface d'un corps solide, quel que soit d'ailleurs le but de ce nettoyement. La nature grasse, ou plus généralement organique de cet enduit, indique trop suffisamment l'emploi des moyens généralement connus qui sont propres à le détruire, pour qu'il soit besoin de recourir à cet effet au Mémoire de MM. Joly et Boisgiraud. Ces moyens sont l'emploi des alcalis, de certains acides concentrés, de la chaleur portée jusqu'à l'incandescence. Tout cela est connu, je ne dirai pas seulement des savants, mais du vulgaire. Comment donc MM. Joly et Boisgiraud ont-ils pu avoir l'idée de m'accuser de leur avoir emprunté ces moyens de nettoiement, et de réclamer à cet égard *la priorité ?* Autant vaudrait pour eux réclamer la priorité sur la cuisinière qui nettoie ses vases culinaires en y faisant bouillir de l'eau rendue alcaline par la cendre, ou qui, dans certains cas, les fait rougir au feu pour leur faire perdre leur enduit gras. Quant à l'emploi des acides concentrés, parmi lesquels j'ai choisi l'acide sulfurique, ne sait-on pas généralement que cet acide décompose et détruit les substances organiques? c'est là un fait dont la découverte n'appartient à personne de connu; il est dans le domaine scientifique public, où tout le monde a droit de puiser : il n'est donc pas besoin, pour employer ce moyen de nettoiement, de l'emprunter à MM. Joly et Boisgiraud. Ici je puis les laisser se débattre avec M. Marcet, de Genève, dont une lettre à M. Arago est insérée aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XIV, page 586, même séance que celle dans laquelle a été présenté le Mémoire imprimé de MM. Joly et Boisgiraud. Dans cette lettre, M. Marcet rapporte les curieuses expériences qu'il a faites touchant l'influence qu'exercent les substances organiques adhérentes, d'une manière inaperçue, aux parois des vases de verre, sur le degré de la chaleur à laquelle parvient l'eau au moment de son ébullition. Pour détruire cette couche inaperçue de manière organique, M. Marcet se sert de l'acide sulfurique

sans avoir pu, à coup sûr, *emprunter* ce moyen de nettoiement à MM. Joly et Boisgiraud, et à coup sûr aussi sans avoir la prétention, à leur exemple, de revendiquer des droits à la découverte de ce moyen. Cette prétention exorbitante de MM. Joly et Boisgiraud tient à la fausseté des idées qu'ils se sont faites touchant le plagiat, ou, pour parler poliment comme eux, touchant les *emprunts* en matière scientifique. Ce qui appartient au *domaine scientifique public*, chacun a le droit d'en user, sans s'embarrasser si un autre en a usé avant lui. Si MM. Joly et Boisgiraud avaient trouvé un moyen nouveau de détruire ou de dissoudre les matières organiques, et qu'en faisant usage de ce moyen je n'eusse point indiqué la source où je l'avais puisé, ils auraient eu pleine raison de *revendiquer leurs droits à la priorité*, mais ce n'est pas ici le cas.

» **13.** J'arrive à un passage de la Note de MM. Joly et Boisgiraud dont une expression offre un sens douteux. Ils disent: « M. Dutrochet est » tellement convaincu de la nécessité d'*opérer* avec des appareils d'une pro- » preté parfaite, que pour obtenir des surfaces exemptes de tout enduit » gras, des surfaces *neuves*, comme il les appelle, il brise des vases de » cristal à parois épaisses et porte le scrupule jusqu'à éviter de toucher les » fragments *avec un linge sec et en apparence bien propre.* » Que veut dire ici ce mot *opérer?* Tout le monde comprendra, à coup sûr, qu'il s'agit ici de la rivalité des expériences faites par MM. Joly et Boisgiraud et par moi sur les mouvements du camphre, expériences pour la réussite desquelles il est nécessaire que les appareils soient d'une propreté parfaite. Eh bien, il n'en est rien; il s'agit ici d'expériences qui me sont propres, d'expériences totalement différentes par leur nature, comme par leurs résultats, de celles qui ont trait aux mouvements du camphre sur l'eau. MM. Joly et Boisgiraud ont arrêté le mouvement du camphre sur l'eau en touchant ce liquide avec un tube de verre qui avait été *essuyé avec des linges propres, du moins en apparence.* Dans les expériences totalement différentes qui me sont propres, j'ai touché la surface de la cassure récente d'une masse de cristal *avec un linge sec et en apparence bien propre.* Après ce contact, une goutte d'eau déposée sur cette surface ne s'y est point étendue en couche mince, comme elle l'eût fait sans ce contact antécédent; elle y a conservé sa forme hémisphérique. Les résultats obtenus ici par MM. Joly et Boisgiraud et par moi, résultats aussi différents que le sont nos expériences, ont un seul point de ressemblance : ils ont indiqué également que le linge propre en apparence ne l'était pas effectivement. Est-ce ce résultat plus qu'insignifiant que MM. Joly et Boisgiraud regardent comme un *em-*

prunt que je leur aurais fait et pour lequel ils réclament *la priorité?* On serait tenté de le penser en les voyant souligner avec intention les mots qui sont soulignés ci-dessus, mots que j'ai employés comme eux. Je ne leur ferai pas l'injure d'admettre une pareille supposition. Non, il est évident qu'ils se sont laissé entraîner ici, comme ci-dessus (**12**), par cette fausse idée qu'un *emprunt* leur est fait lorsque fortuitement, et même nécessairement, on se trouve appelé à employer quelques expressions semblables à celles dont ils ont usé, et cela même quand il s'agit des idées les plus vulgaires et les moins scientifiques.

» **14**. Dans le cours de mes expériences étrangères au mouvement du camphre et dont je viens de parler, j'ai vu que la cassure récente d'une masse de cristal étant demeurée exposée à l'air, dans un tiroir bien propre, pendant quelques jours, elle cessa d'être apte à opérer l'extension rapide d'une goutte d'eau déposée sur elle; que cette goutte y conserva sa forme hémisphérique. Ce fait me prouve que la surface vitreuse avait acquis, par le contact prolongé de l'air, une qualité qu'elle ne possédait pas auparavant, et je fus porté à induire de là *que des émanations organiques, toujours répandues dans l'air des appartements habités, s'étaient condensées et fixées d'une manière inaperçue sur ces surfaces de verre.* MM. Joly et Boisgiraud n'hésitent point à indiquer que je leur ai encore fait ici un *emprunt,* parce que, dans leur mémoire, en parlant des précautions qu'il faut prendre pour avoir des vases parfaitement propres, afin que le camphre se meuve sans obstacle sur l'eau qu'ils contiennent, ils ont dit : *La poussière et les émanations de toute espèce qui sont mêlées à l'air d'un appartement suffisent pour introduire dans les expériences des causes graves d'erreurs.* MM. Joly et Boisgiraud ne font encore ici aucune mention de la différence fondamentale qui existe entre leurs expériences et les miennes, en sorte que le lecteur est nécessairement conduit à penser que ce sont, de part et d'autre, les mêmes expériences qui sont dites être influencées par les émanations organiques répandues dans l'air et fixées sur la surface du verre. Or on vient de voir, par mes explications, qu'il n'en est rien. J'écarte le fait trop vulgaire de la souillure des corps par les poussières qui s'y attachent; il ne reste donc ici qu'un seul fait qui soit exprimé simultanément par ces auteurs et par moi : c'est celui du dépôt sur la surface du verre des substances organiques répandues dans l'air sous forme de vapeurs, fait qui n'est même nettement exprimé que par moi. Or, je ferai observer que l'assertion de MM. Joly et Boisgiraud à cet égard est vague et sans expériences à l'appui; elle est hypothétique, tandis que dans mon ouvrage cette même assertion

se déduit naturellement d'un fait expérimental. Il est évident, dès lors, que je n'ai point *emprunté* à une hypothèse ce qui m'était *donné* par une expérience. Ce même fait, au reste, se trouve prouvé par M. Marcet, au moyen d'expériences d'un autre genre, dans sa Lettre à M. Arago, que j'ai déjà mentionnée plus haut (**12**). A coup sûr MM. Joly et Boisgiraud ne pourront pas dire que M. Marcet leur ait emprunté ce fait, car la Lettre de ce dernier a été présentée à l'Académie des Sciences en même temps que leur Mémoire imprimé. Ce physicien a été conduit, par ses expériences, à voir que des vases de verre qui venaient d'être fabriqués possédaient déjà, à leur surface intérieure, un enduit de matière organique qui ne pouvait provenir que de l'air.

» Le dépôt sur la surface du verre des substances organiques vaporisées dans l'air trouve, au reste, facilement son explication dans les faits suivants qui sont bien connus. On sait qu'il existe toujours, à la surface du verre, une couche invisible d'eau empruntée à celle qui est dissoute dans l'air. On sait également que cette eau hygrométrique, en se portant sur les corps qui l'attirent, y est suivie par les substances organiques que l'air contient toujours en proportion plus ou moins grande. C'est là, par exemple, la cause de la couleur noire qu'acquiert l'acide sulfurique exposé à l'air dont il attire l'humidité. On sait que M. Boussingault a employé ce moyen pour connaître la quantité des matières organiques miasmatiques que contenait l'air dans certaines localités marécageuses de l'Amérique méridionale. C'est indubitablement à la même cause qu'est dû le dépôt sur la surface du verre des matières organiques vaporisées et qui, unies à l'eau que l'air tient en dissolution, la suivent sur tous les corps qui attirent ce liquide.

» **15**. J'arrive définitivement aux simples indications que MM. Joly et Boisgiraud ont faites des passages de mon ouvrage qui se trouvent aux pages 22, 26, 28, 64 et 92, passages dans lesquels ils croient *se retrouver eux-mêmes*. Je ferai d'abord observer que celui de la page 26 a déjà donné lieu à leur réclamation à laquelle je viens de répondre en dernier lieu (**14**); c'est ainsi un double emploi. Les passages indiqués aux pages 22 et 28 sont complétement étrangers aux phénomènes des mouvements du camphre; ils sont relatifs à l'extension spontanée de quelques liquides déposés, sous forme de goutte, sur la surface du verre ou sur la surface d'un métal poli. J'y parle de la nécessité de nettoyer ces surfaces de tout enduit gras, et cela par l'emploi des alcalis et des acides, pour que ces expériences puissent bien réussir. Ainsi c'est seulement dans l'emploi de

ces moyens de nettoiement que MM. Joly et Boigiraud *se reconnaissent eux-mêmes;* j'ai fait voir plus haut (**12**) le peu de fondement de cette prétention.

» **16.** Le passage indiqué à la page 64, étranger comme les précédents aux mouvements du camphre, est relatif à une expérience faite avec la pile voltaïque, expérience dans laquelle les résultats étaient différents selon que les fils conjonctifs de platine avaient reçu un enduit gras léger par le contact des doigts, ou avaient été privés de cet enduit en les faisant rougir à la flamme de l'alcool. Les pointes bien propres de ces deux fils étant en contact avec une mince couche d'eau étendue sur une lame de verre, et le circuit étant fermé, il n'y a point d'écartement circulaire de l'eau autour de ces fils. Cet écartement circulaire de l'eau n'a point lieu non plus lorsque les pointes de ces fils de platine ont reçu un très-léger enduit gras par le contact des doigts et que le circuit n'est pas fermé; mais ce même écartement circulaire de l'eau a lieu lorsque les pointes des fils de platine ont l'enduit gras léger et que le circuit est fermé. Je cherche ici ce dans quoi MM. Joly et Boisgiraud peuvent se *reconnaître eux-mêmes*. Ce n'est pas, à coup sûr, dans mon expérience, elle leur est complétement étrangère; c'est évidemment dans les procédés préparatoires de cette expérience. Je ne leur ferai pas l'injure de penser qu'ils puissent réclamer, comme une idée qui leur appartiendrait, que le contact des doigts donne aux corps solides un enduit gras léger. Il ne reste donc ici que le procédé que j'ai employé pour détruire cet enduit gras qu'ils puissent revendiquer et dans lequel ils *se reconnaissent eux-mêmes*. Ce procédé est l'action de la chaleur portée jusqu'à l'incandescence. Leur prétention à cet égard est fondée, à ce qu'il paraît, sur ce qu'ils ont dit, dans un passage de leur Mémoire, passage qu'ils reproduisent textuellement dans leur Note à laquelle je réponds (*Comptes rendus*, tome XIV, page 687) : *On peut encore nettoyer les vases vitreux ou métalliques en les soumettant à une haute température qu'il est quelquefois nécessaire de porter jusqu'au rouge*. Ainsi l'on ne peut plus nettoyer, non-seulement un vase, mais un corps métallique quelconque par la chaleur portée jusqu'au rouge, sans que MM. Joly et Boisgiraud ne *se reconnaissent eux-mêmes* dans l'emploi de ce procédé. J'ai dit plus haut (**12**) ce que l'on doit penser de cette prétention exorbitante.

» **17.** Il ne me reste plus à examiner que la réclamation de MM. Joly et Boisgiraud relative au passage de mon ouvrage qu'ils indiquent à la page 92. Ici il s'agit enfin du mouvement du camphre. Cette substance est placée sur de l'eau acidulée, laquelle est contenue dans un vase de verre que je dis avoir préalablement nettoyé de tout enduit gras par l'emploi successif de

l'ammoniaque et de l'acide sulfurique, afin que le mouvement du camphre ne fût point aboli par la puissance de cet enduit gras. C'est dans ces moyens de nettoiement, avec application au but que j'indique, que MM. Joly et Boisgiraud, *se reconnaissent eux-mêmes ;* voilà l'objet pour lequel ils revendiquent la *priorité*. J'ai déjà fait voir plus haut (**6**) que leur *droit à la priorité* n'était ici nullement fondé, et que ce droit appartenait à B. Prévost. Or on va voir qu'il se trouve que quand bien même ce droit leur eût appartenu, je ne leur aurais fourni ici aucun sujet de plainte. En effet, dans cette même page 92 de mon ouvrage, je fais mention du soin qu'avaient eu avant moi ces auteurs, dans des expériences relatives au mouvement du camphre, de nettoyer le vase destiné à contenir l'eau en le *lavant avec de l'ammoniaque pour lui enlever toute matière organique qui pouvait enduire ses parois*. C'est dans cette même page 92 que commence la déclaration, continuée dans la page suivante, par laquelle je leur rends une justice si éclatante, en me condamnant moi-même, déclaration dont j'ai fait mention avec détail plus haut (**10**). On conviendra qu'il est difficile de trouver une réclamation à la fois plus mal fondée, plus injuste et plus malencontreusement placée.

» **18**. On voit, d'après ces explications, avec quelle légèreté MM. Joly et Boisgiraud ont lancé contre moi une accusation de plagiat. Ma défense a été bien plus longue que ne l'a été leur acte d'accusation; mais on sent facilement qu'il m'a fallu être explicite là où mes accusateurs ne l'avaient pas été, afin de faire voir clairement le véritable état de chaque question et de faire disparaître toute ambiguité. Mon éloignement actuel de Paris m'a seul empêché de faire plus tôt cette réponse.

» Si MM. Joly et Boisgiraud ne trouvaient pas ces explications suffisantes et qu'ils jugeassent à propos d'y répliquer, je déclare que je garderais le silence, ne voulant pas prolonger une discussion aussi fastidieuse et continuer à m'abaisser au rôle d'accusé qui se justifie. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Note sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« J'ai montré, dans le *Bulletin de la Société philomathique*, comment l'on pouvait intégrer une équation aux dérivées partielles du premier ordre, quel que fût le nombre des variables indépendantes $x, y, \ldots$, et obtenir directement l'intégrale générale, c'est-à-dire, la valeur générale de l'inconnue assujettie à la double condition de vérifier cette équation aux

dérivées partielles, et de se réduire, pour une valeur donnée de la variable x, à une fonction donnée des autres variables indépendantes y, etc...
Comme on le sait d'ailleurs, l'intégrale générale peut aisément se déduire d'une intégrale particulière qui renferme autant de constantes arbitraires qu'il y a de variables indépendantes; et, dans une précédente séance, M. Binet a déduit du calcul des variations une méthode propre à fournir des intégrales particulières de cette espèce. Je vais indiquer aujourd'hui un moyen fort simple de résoudre directement ce dernier problème.

» Considérons d'abord, pour fixer les idées, une équation aux dérivées partielles du premier ordre entre deux variables indépendantes x, y, et l'inconnue z. Cette équation sera de la forme

$$F(x, y, z, D_x z, D_y z) = 0; \tag{1}$$

et si l'on pose, pour abréger,

$$D_x z = p, \quad D_y z = q,$$

elle deviendra

$$F(x, y, z, p, q) = 0. \tag{2}$$

Soit maintenant

$$z = f(x, y, \alpha, \beta) \tag{3}$$

une valeur de z qui, renfermant deux constantes arbitraires α, β, ait la double propriété de vérifier l'équation (1), et de se réduire, pour une valeur donnée ξ de la variable x, à une certaine fonction de y, α, β représentée par $\mathrm{f}(y, \alpha, \beta)$, en sorte qu'on ait identiquement

$$f(\xi, y, \alpha, \beta) = \mathrm{f}(y, \alpha, \beta).$$

L'équation (3), différentiée par rapport à y, donnera

$$q = D_y f(x, y, \alpha, \beta). \tag{4}$$

Cela posé, concevons que des équations (3) et (4), résolues par rapport à α, β, on tire

$$\alpha = u, \quad \beta = v, \tag{5}$$

u, v étant des fonctions déterminées de x, y, z, q; et nommons

$$\text{U}, \ \text{V}$$

ce que deviennent u et v pour $x=\xi$. Les valeurs de α, β, tirées des équations

$$(6) \qquad \left\{ \begin{array}{l} z = \mathrm{f}(y, \alpha, \beta), \\ q = \mathrm{D}_y \mathrm{f}(y, \alpha, \beta), \end{array} \right.$$

seront précisément

$$(7) \qquad \alpha = \text{U}, \quad \beta = \text{V}.$$

D'ailleurs, en considérant z et q comme des fonctions de x, y, déterminées par les équations (3) et (4), ou, ce qui revient au même, par les formules (5), on tirera de la seule équation

$$\alpha = u,$$

différentiée successivement par rapport à x et par rapport à y,

$$\begin{array}{l} \mathrm{D}_x u + \mathrm{D}_x z \, \mathrm{D}_z u + \mathrm{D}_x q \, \mathrm{D}_q u = 0, \\ \mathrm{D}_y u + \mathrm{D}_y z \, \mathrm{D}_z u + \mathrm{D}_y q \, \mathrm{D}_q u = 0; \end{array}$$

puis, en ayant égard aux formules

$$\mathrm{D}_x z = p, \quad \mathrm{D}_y z = q, \quad \mathrm{D}_x q = \mathrm{D}_y p,$$

on trouvera

$$(8) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{D}_x u + p \mathrm{D}_z u + \mathrm{D}_y p \mathrm{D}_q u = 0, \\ \mathrm{D}_y u + q \mathrm{D}_z u + \mathrm{D}_y q \mathrm{D}_q u = 0. \end{array} \right.$$

Enfin, si l'on désigne par

$$\text{X}, \ \text{Y}, \ \text{Z}, \ \text{P}, \ \text{Q}$$

les dérivées partielles de la fonction

$$\mathrm{F}(x, y, z, p, q),$$

différentiée successivement par rapport à

$$x, \ y, \ z, \ p, \ q;$$

alors, en considérant toujours z, p, q comme fonctions de x, y, on tirera de la formule (2), différentiée par rapport à y,

$$(9) \qquad Y + qZ + PD_y p + QD_y q = 0,$$

et de cette dernière, combinée avec les formules (8),

$$(10) \qquad PD_x u + QD_y u + (Pp + Qq)D_z u - (Y + qZ)D_q u = 0.$$

» Si l'on suppose que p soit éliminé du premier membre de la formule (10) à l'aide de l'équation (2), ce premier membre se réduira simplement ou à zéro, ou à une fonction déterminée

$$\mathcal{F}(x, y, z, q)$$

de x, y, z, q. Mais cette dernière hypothèse est inadmissible; car, si elle se réalisait sans que la fonction $\mathcal{F}(x, y, z, q)$ se réduisît identiquement à zéro, l'équation

$$\mathcal{F}(x, y, z, q) = 0$$

établirait entre

$$x, y, z, q$$

une relation qui devrait subsister pour la valeur ξ de x; et par suite l'équation

$$\mathcal{F}(\xi, y, z, q) = 0$$

établirait une relation entre les valeurs de ξ, y, qui peuvent être choisies arbitrairement, et les valeurs de zq tirées des formules (6). Or, c'est là précisément ce que l'on ne saurait admettre, attendu que les formules (6) peuvent être remplacées par les équations (7), et que celles-ci peuvent être regardées comme propres à fournir les valeurs des constantes arbitraires α, $\mathcal{E}$, correspondantes à des valeurs données quelconques de y, z, q. Donc la fonction $\mathcal{F}(x, y, z, q)$ doit se réduire identiquement à zéro; et lorsqu'à l'aide de la formule (2), on élimine p de l'équation (10), cette dernière devient une équation linéaire aux dérivées partielles, à laquelle doit satisfaire u, considéré comme fonction des variables

$$x, y, z, q.$$

Donc, en définitive, la fonction de x, y, z, q représentée par u, est une intégrale particulière de l'équation linéaire aux dérivées partielles

$$(11) \qquad PD_x 8 + QD_y 8 + (Pp + Qq) D_z 8 - (Y + qZ) D_q 8 = 0,$$

dans laquelle on suppose p déterminé par la formule (2); et cette intégrale particulière est celle qu'on obtient quand l'inconnue 8 est assujettie à prendre la valeur U pour $x = \xi$. On prouvera de même que la fonction v est encore une intégrale particulière de l'équation linéaire (11), savoir, l'intégrale qu'on obtient quand l'inconnue 8 est assujettie à prendre la valeur V pour $x = \xi$. En conséquence, on peut énoncer la proposition suivante.

» 1er *Théorème.* Supposons qu'étant donnée l'équation aux dérivées partielles du premier ordre, et à deux variables indépendantes,

$$F(x, y, z, D_x z, D_y z) = 0,$$

on cherche l'intégrale particulière qui vérifie, pour $x = \xi$, la condition

$$z = f(y, \alpha, 6),$$

$f(y, \alpha, 6)$ désignant une certaine fonction de la variable indépendante y et des deux constantes arbitraires α, 6. Soient d'ailleurs

$$\alpha = U, \quad 6 = V,$$

les valeurs de α, 6, déduites des équations simultanées

$$z = f(y, \alpha, 6), \quad q = D_y f(y, \alpha, 6).$$

U, V seront généralement des fonctions déterminées des trois variables

$$y, z, q;$$

et, pour résoudre la question proposée, il suffira d'éliminer q entre les formules

$$\alpha = u, \quad 6 = v,$$

dans lesquelles u, v, désigneront deux valeurs particulières de l'inconnue d'une équation linéaire aux dérivées partielles du premier ordre et à quatre

variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ q.$$

Si l'on représente par

$$Y,\ Z,\ P,\ Q$$

les dérivées partielles de

$$F(x,\ y,\ z,\ p,\ q)$$

prises par rapport à

$$y,\ z,\ p,\ q,$$

l'équation linéaire dont il s'agit sera ce que devient la suivante

$$PD_x8 + QD_y8 + (Pp + Qq)D_z8 - (Y + qZ)D_q8 = 0,$$

quand on élimine p à l'aide de la formule

$$F(x,\ y,\ z,\ p,\ q) = 0;$$

et les deux valeurs particulières u, v de l'inconnue 8 seront celles qui se réduisent l'une à U, l'autre à V, pour $x = \xi$.

» La méthode et les raisonnements, à l'aide desquels nous avons établi le théorème qui précède, peuvent être appliqués dans tous les cas à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre, quel que soit d'ailleurs le nombre des variables indépendantes; et l'on se trouve ainsi conduit au théorème général que nous allons énoncer.

» 2ᵉ *Théorème*. Soit ϖ une fonction inconnue des n variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

assujettie à la double condition de vérifier, 1° quel que soit t, l'équation aux dérivées partielles du premier ordre

$$F(x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ D_x\varpi,\ D_y\varpi,\ D_z\varpi,\ldots,\ D_t\varpi) = 0;$$

2° pour $t = \tau$, la formule

$$\varpi = f(x,\ y,\ z,\ldots,\ \alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots,\ \theta),$$

dans laquelle α, β, γ,..., θ, désignent des constantes arbitraires dont le nombre est égal à celui des variables x, y, z,..., t. Posons d'ailleurs, pour abréger,

$$D_x\varpi = p,\quad D_y\varpi = q,\quad D_z\varpi = r,\ldots,\quad D_t\varpi = s;$$

et soient

$$\alpha = U,\quad \beta = V,\quad \gamma = W,\ldots,$$

les valeurs de α, β, γ,..., tirées des formules

$$\begin{aligned}
\varpi &= \mathrm{f}(x, y, z, \ldots, \alpha, \beta, \gamma, \ldots, \theta),\\
p &= D_x\mathrm{f}(x, y, z, \ldots, \alpha, \beta, \gamma, \ldots, \theta),\\
q &= D_y\mathrm{f}(x, y, z, \ldots, \alpha, \beta, \gamma, \ldots, \theta),\\
r &= D_z\mathrm{f}(x, y, z, \ldots, \alpha, \beta, \gamma, \ldots, \theta),\\
&\text{etc.}
\end{aligned}$$

U, V, W,... représenteront des fonctions déterminées des $2n - 1$ quantités variables

$$x, y, z, \ldots, \varpi, p, q, r, \ldots;$$

et, pour résoudre la question proposée, il suffira d'éliminer

$$p, q, r, \ldots$$

entre les formules

$$\alpha = u,\quad \beta = v,\quad \gamma = w,\ldots,$$

dans lesquelles

$$u, v, w, \ldots$$

désigneront n valeurs particulières de l'inconnue d'une équation linéaire, aux dérivées partielles du premier ordre, et à $2n$ variables indépendantes. Si l'on représente par

$$X, Y, Z, \ldots, T, \Pi, P, Q, R, \ldots, S,$$

les dérivées partielles de

$$F(x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r, \ldots, s)$$

prises par rapport à

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ \ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s,$$

l'équation linéaire dont il s'agit sera ce que devient la suivante

$$\begin{aligned}
&\mathrm{P}\mathrm{D}_x 8 + \mathrm{Q}\mathrm{D}_y 8 + \mathrm{R}\mathrm{D}_z 8 + \ldots + \mathrm{S}\mathrm{D}_t 8 \\
&+ (\mathrm{P}p + \mathrm{Q}q + \mathrm{R}r + \ldots + \mathrm{S}s)\mathrm{D}_\varpi 8 \\
&- (\mathrm{X} + p\Pi)\mathrm{D}_p 8 - (\mathrm{Y} + q\Pi)\,\mathrm{P}q 8 - (\mathrm{Z} + r\Pi)\mathrm{D}_r 8 - \ldots = 0,
\end{aligned}$$

quand on élimine s à l'aide de la formule

$$\mathrm{F}(x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s) = 0;$$

et les n valeurs particulières

$$u,\ v,\ w,\ldots$$

de l'inconnue 8 seront celles qui se réduisent respectivement à

$$\mathrm{U},\ \mathrm{V},\ \mathrm{W},\ldots,$$

pour $t = \tau$.

» Puisque l'intégrale générale d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre peut immédiatement se déduire d'une intégrale particulière qui renferme autant de constantes arbitraires qu'il y a de variables indépendantes, le 2e théorème réduit évidemment l'intégration d'une équation quelconque aux dérivées partielles du premier ordre, à l'intégration d'une équation linéaire du même ordre, dans laquelle le nombre des variables indépendantes est doublé. On peut d'ailleurs, comme l'on sait, réduire l'intégration d'une équation linéaire du premier ordre à l'intégration d'un système d'équations différentielles. Mais cette seconde réduction conduit rarement à des équations différentielles intégrables; et, au lieu de l'opérer, il sera généralement plus avantageux d'appliquer directement à l'intégration de l'équation linéaire les formules générales que j'ai données dans un Mémoire lithographié de 1835. En effet, posons, pour abréger,

$$\begin{aligned}
\square 8 = {} & \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_x 8 + \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_y 8 + \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_z 8 + \ldots \\
& + \left(\frac{\mathrm{P}p + \mathrm{Q}q + \mathrm{R}r + \ldots}{\mathrm{S}} + s\right)\mathrm{D}_\varpi 8 \\
& - \frac{\mathrm{X} + p\Pi}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_p 8 - \frac{\mathrm{Y} + q\Pi}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_q 8 - \frac{\mathrm{Z} + r\Pi}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_r 8 - \ldots,
\end{aligned}$$

et

$$\nabla 8 = -\int_{\tau}^{t} \square 8 \, dt.$$

L'équation linéaire, que le 2ᵉ théorème substitue à l'équation proposée, deviendra

$$D_t 8 = - \square 8,$$

et l'on tirera successivement de cette dernière

$$u = U + \nabla U + \nabla^2 U + \ldots,$$
$$v = V + \nabla V + \nabla^2 V + \ldots,$$
$$w = W + \nabla V + \nabla^2 W + \ldots,$$
etc....

On obtiendra ainsi directement les valeurs de

$$u, v, w, \ldots$$

développées en séries qui, dans plusieurs cas, pourront être sommées, et qui d'ailleurs pourront toujours être employées tant que la valeur numérique de la différence $t - \tau$ ne deviendra pas assez grande pour que ces séries cessent d'être convergentes.

» Dans d'autres articles je donnerai de nombreuses applications des principes que je viens d'établir, et je montrerai comment ces principes peuvent être étendus à des équations d'ordre supérieur au premier, ou, ce qui revient au même, à des systèmes d'équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre. »

M. **Léon Dufour** dépose sur le bureau un Mémoire manuscrit ayant pour titre : « *Histoire comparative des métamorphoses et de l'anatomie des* Cetonia aurata *et* Dorcus parallelipedus. »

Note de M. **Flourens.**

« M. Flourens, en faisant le dépouillement de la correspondance de ce jour, a remarqué, parmi les questions proposées par l'Académie royale des Sciences de Bruxelles pour les prix de l'année 1843, la question suivante :

« Le gonflement et l'affaissement alternatifs du cerveau et de la moelle » épinière, isochrones avec l'inspiration et l'expiration, ne sont pas en» core suffisamment expliqués. L'Académie demande : 1° *Quelle est la* » *cause immédiate de ce phénomène? 2° Quelle est, en général, l'influence* » *de la respiration sur la circulation veineuse?* »

» M. Flourens croit devoir rappeler, à cette occasion, que la question dont il s'agit se trouve traitée, et, s'il ne se trompe, résolue, dans la seconde édition de ses *Recherches expérimentales sur le système nerveux*, édition qui vient de paraître, et dont il a eu l'honneur de présenter un exemplaire à l'Académie dans la séance du 11 avril dernier.

» M. Flourens croit avoir prouvé : 1° contrairement à Haller, qu'il n'y a qu'un seul mouvement du cerveau, pris en masse, mouvement qui répond au reflux du sang veineux ;

» 2°. Contrairement à Richerand, que le mouvement des artères de la base du cerveau ne va point jusqu'à soulever cet organe ;

» 3°. Que le mouvement du cerveau produit par le reflux du sang veineux pendant l'expiration, est plus encore un gonflement qu'un soulèvement ;

» 4°. Que ce mouvement n'est pas dû au seul reflux du sang veineux contenu dans les veines jugulaires et vertébrales, comme l'avait dit Lamure ;

» Et 5° que la principale source du sang veineux qui, en refluant vers le cerveau pendant l'expiration, le soulève et le gonfle, est dans les grands sinus des vertèbres.

» Au reste, voici les conclusions mêmes par lesquelles se termine le XXIe chapitre des *Recherches expérimentales sur le système nerveux*, chapitre qui a pour titre : *Mouvement du cerveau*.

« 1°. Les mouvements alternatifs de gonflement et d'abaissement du cer-
» veau répondent aux mouvements de la respiration ;

» 2°. Le cerveau s'élève pendant l'expiration, il s'abaisse pendant l'ins-
» piration ;

» 3°. Ce qu'on appelle l'*élévation* du cerveau est un gonflement bien plus
» qu'un soulèvement ;

» 4°. Des deux causes qui concourent au gonflement du cerveau, l'afflux
» du sang artériel et le reflux du sang veineux, le reflux du sang veineux
» est la principale ;

» 5°. Ce sang veineux qui, pendant l'inspiration, reflue dans le cerveau et
» le gonfle, ne vient pas seulement des veines jugulaires et vertébrales,
» comme on l'avait cru jusqu'ici ; il vient surtout des sinus vertébraux (1). »

---

(1) Voyez l'ouvrage cité, page 336.

RAPPORTS.

ÉCONOMIE AGRICOLE. — *Rapport sur un Mémoire de* MM. GUÉRIN-MÉNEVILLE *et* PERROTTET, *relatif aux ravages que font dans les caféieries des Antilles une race d'insectes lépidoptères et une espèce de champignons.*

(Commissaires, MM. Milne Edwards, de Gasparin, Duméril rapporteur.)

« L'Académie a chargé MM. Milne Edwards, Gasparin et moi, de lui rendre compte d'un Mémoire de MM. Guérin-Méneville et Perrottet concernant les ravages que font sur les cafiers des Antilles, certaines larves d'insectes et une espèce particulière de champignons.

» Ce Mémoire a été brièvement analysé dans le *Compte rendu* de la séance du 25 avril dernier sous le rapport de l'histoire naturelle; mais comme il renferme des détails importants, nous croyons devoir en entretenir de nouveau l'Académie.

» Les larves dont il est question sont de très-petites chenilles qui produisent des insectes parfaits ayant beaucoup d'analogie avec les lépidoptères nocturnes que l'on désigne ordinairement sous le nom de Teignes. Il est difficile de les découvrir quand elles sont sous leur première forme, surtout lorsqu'on ignore l'instinct astucieux qui les dérobe à la vue; car elles se logent sous l'épiderme des feuilles de l'arbrisseau dont elles rongent le parenchyme, et elles se mettent ainsi à l'abri des intempéries et de l'ardeur de l'atmosphère, en même temps qu'elles soustrayent leur corps très-mou à la voracité des oiseaux et des insectes qui pourraient les détruire.

» Les entomologistes qui ont fait une étude spéciale des lépidoptères dans ces derniers temps, et en particulier M. Duponchel, ont désigné sous le nom d'Élachiste, le genre auquel ils ont rapporté une trentaine d'espèces européennes, évidemment analogues par les formes et les habitudes : ce nom, proposé d'abord par M. Treitschke, peut indiquer leur extrême petitesse. D'ailleurs ces lépidoptères ont pour caractères une conformation particulière des palpes, des antennes et des ailes, et nous devons dire que les individus qui ont été soumis à l'examen de vos Commissaires sous les trois états de chenilles, de nymphes et d'insectes parfaits conservés secs et dans la liqueur, leur ont présenté la plus grande analogie avec les espèces de France et en particulier avec celles dont l'histoire et les mœurs ont été si bien indiquées par

Réaumur (1). Ce sont de véritables chenilles mineuses se pratiquant non des galeries, mais une tente dans l'épaisseur d'une feuille dont elles rongent le tissu parenchymateux, en ayant soin de ménager artistement l'épiderme de manière à se garantir de la sécheresse et à y trouver cet abri protecteur, cette toile mince qui les cache pendant toute cette époque de leur première existence; mais à peine ont-elles acquis leur entier accroissement, que, filant chacune un petit cocon, toute la feuille attaquée se dessèche, se recoquille, noircit et ne participe plus à la vie, car elle ne remplit plus ses fonctions : de là le mal et le tort réel que ces insectes font aux planteurs.

» L'histoire et les mœurs de ces larves d'élachistes ont été parfaitement étudiées sur les lieux par M. Perrottet, et M. Guérin-Méneville a décrit avec soin et figuré toutes ces particularités; il y a joint en outre des détails curieux sur leur conformation. Les objets même en nature et les dessins, exécutés sur des préparations faites avec talent, ont été mis sous nos yeux; ils nous ont paru très-exacts et bien propres à éclaircir cette histoire particulière qui ne pouvait être mieux élucidée que par l'association de deux naturalistes observateurs aussi habiles chacun dans leur genre, l'un comme agriculteur, l'autre comme dessinateur et entomologiste fort instruit.

» M. Perrottet avait été consulté aux Antilles sur la cause de ces sortes d'altérations que les colons lui faisaient remarquer sur les feuilles des arbrisseaux qui donnent le café. Ces arbres rabougris végétaient avec peine et donnaient très-peu de fruit. Le peu de feuilles qu'ils avaient encore portaient de grandes taches noires; mais la plupart étaient desséchées, et, quoique mortes, elles restaient sur les branches. L'action vivifiante de l'atmosphère ne pouvant plus s'exercer sur ces arbrisseaux, leur existence était très-compromise. Les cultivateurs attribuaient ces dégâts à diverses circonstances hypothétiques, car ils ignoraient la véritable cause de cette maladie, qu'ils appelaient la *rouille*.

» M. Perrottet reconnut bientôt la nature et la véritable cause du mal, et son origine. Il expliqua ainsi les effets désastreux que produisent ces insectes. Comme les Pyrales de la vigne, ces petits papillons de nuit font plusieurs pontes dans l'année, et la race se reproduit à des intervalles de quarante à quarante-cinq jours. Sous forme de chenilles rases et colorées par la chlorophylle, elles se nourrissent ainsi déguisées pendant quinze à vingt jours; puis elles se filent chacune une petite coque. Réunies au

---

(1) Tome III, Mémoire Ier.

nombre de trois ou quatre sous une même tente, elles y passent environ une semaine sous la forme de chrysalides, et lorsque l'insecte a acquis des ailes, qu'il est parfait, il vole le soir, les sexes se rapprochent, la ponte s'opère, la femelle allant déposer ses œufs sur les feuilles les plus tendres.

» MM. Perrottet et Guérin proposent divers moyens ou procédés rationnels pour détruire en grande partie cette race d'insectes nuisibles; mais ces tentatives, pour être très-efficaces, exigeraient un ensemble de volonté et une harmonie d'efforts simultanés qu'il sera toujours difficile d'obtenir des cultivateurs sans le concours de l'autorité.

» Le premier serait de sacrifier pour une année les branches des cafiers dont les feuilles sont le plus altérées, en ne laissant sur tiges que les rameaux dont les pousses sont le moins attaquées, en détruisant même les feuilles malades, de manière cependant à conserver de la vie et de l'activité à la sève. Ce serait une opération qui devrait être faite à une même époque dans toutes les contrées. On choisirait le moment de l'année où, après l'hivernage, la température est la plus basse, parce que les chenilles et les papillons sont alors engourdis, et parce que l'éclosion des chrysalides se trouve retardée.

» D'autres procédés, moins efficaces peut-être, sont également proposés aux planteurs. Ainsi, à l'époque où les pluies sont très-abondantes, ils pourraient faire secouer les branches dont le dessous des feuilles abrite les insectes parfaits; ceux-ci, mouillés par une seule goutte d'eau qui colle les franges de leurs ailes, ne peuvent plus voler ni se relever de terre, où ils ne tardent pas à périr.

» Ou bien encore, à des époques déterminées, on allumerait, pendant la nuit, des feux brillants sur un très-grand nombre de points à la fois. Ces insectes, attirés par la lumière, viendraient se précipiter et se brûler dans les flammes.

» Enfin, comme le disent les auteurs du Mémoire, les colons, maintenant plus instruits sur la véritable cause du mal, seront sur la voie des recherches et des moyens qui seront le plus convenables pour s'opposer à la propagation d'un ennemi aussi dévastateur.

» Nous pensons, en effet, qu'il en doit être de la pathologie des végétaux comme de celle des animaux. Lorsqu'on a pu reconnaître l'origine ou la véritable cause d'un mal qui est constamment le même, dont on a observé la marche, les effets et la terminaison, s'il n'est pas toujours au pouvoir de l'homme de le guérir, on peut au moins, dans quelques cas, en arrê-

ter les progrès et souvent employer avec succès une médecine préservative.

» Nous croyons que les observations de MM. Guérin et Perrottet méritent quelque intérêt de la part de l'Académie, et nous vous proposerions de les faire publier avec les dessins qui sont déjà gravés, si ces messieurs ne nous avaient fait connaître l'intention où ils étaient de les déposer dans un recueil spécial.

» Quant à la seconde partie du Mémoire, dans laquelle M. Perrottet fait connaître les dommages considérables que produit dans les caféiries le développement rapide et immense d'une espèce de champignon, l'auteur n'ayant indiqué d'autre remède qu'un écobuage général et l'application des feux de broussailles sur les terres ainsi remuées et retournées, nous croyons que ce moyen n'est guère praticable en raison du travail qu'il exigerait dans un pays où la main-d'œuvre est si dispendieuse. »

MÉMOIRES LUS.

MALACOLOGIE. — *Mémoire sur deux genres nouveaux de céphalopodes fossiles, les* Conoteuthis *et* Spirulirostra, *offrant des passages d'un côté entre la spirule et la sèche, de l'autre entre les bélemnites et les ommastrèphes; par* M. **A. d'Orbigny**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Flourens, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Milne Edwards.)

« L'auteur commence par faire ressortir l'importance des découvertes qui tendent à établir des passages entre les êtres exceptionnels et ceux parfaitement connus, afin de détruire à leur égard toute idée d'anomalie, et de les faire rentrer dans les séries animales généralement admises.

» Il cherche à démontrer ensuite la distance qui sépare la spirule pourvue d'une coquille interne multiloculaire élégamment contournée en spirale, et les calmars, les sèches, munis d'un osselet interne si différent par sa forme. M. d'Orbigny annonce qu'un rostre fossile des terrains tertiaires subapennins lui a offert, dans sa section, une série de loges aériennes percées d'un siphon, en tout analogues à celles de la spirule, et dès lors il croit avoir trouvé un passage entre la spirule et la sèche, puisque ce corps, dont il fait le genre *Spirulirostra*, réunit à la fois le rostre crétacé de la

sèche et la coquille de la spirule, ou mieux, une coquille de spirule logée dans l'intérieur d'un rostre analogue à celui de la sèche.

» La bélemnite, par son osselet composé d'une lame cornée, de loges aériennes et d'un rostre terminal, forme anomalie parmi les céphalopodes. Dès 1839, dans sa *Paléontologie française*, M. d'Orbigny avait rapproché ce genre des ommastrèphes, d'après des considérations de forme de l'osselet interne. La découverte du nouveau genre Conoteuthis fossile, du terrain néocomien de l'Aube, vient complétement confirmer ces prévisions, en offrant un osselet en tout semblable à celui des ommastrèphes, et pourvu, dans son intérieur, d'une série de loges aériennes identiques à celles de l'alvéole de la bélemnite. Ainsi, d'un côté M. d'Orbigny aurait trouvé un intermédiaire entre la spirule et la sèche, et de l'autre entre la bélemnite et les ommastrèphes.

» Dans une autre partie de son Mémoire, l'auteur cherche à expliquer les fonctions de l'osselet interne des céphalopodes dans l'économie animale, suivant ses modifications de formes. Il croit ses fonctions de trois espèces : 1° lorsque l'osselet est corné, il sert tout simplement à *soutenir les chairs* : il remplit alors les fonctions des os de mammifères; 2° lorsqu'il contient des parties remplies d'air comme l'alvéole des bélemnites, non-seulement il soutient les chairs, mais encore il sert *d'allége*, en représentant, chez les mollusques, la vessie natatoire des poissons; 3° lorsqu'il s'arme postérieurement d'un rostre crétacé, aux deux fonctions précédentes va se réunir celle de résister aux chocs dans l'action de la nage rétrograde, et c'est alors un *corps protecteur*.

» Des considérations sur ces trois fonctions font croire à M. d'Orbigny que le plus ou moins d'allongement des osselets est toujours en rapport avec la puissance de natation des animaux qui les renferment, les plus allongés appartenant toujours aux meilleurs nageurs; que le rostre postérieur annonce un animal côtier, puisque ce corps protecteur serait inutile au sein des océans, et que d'ailleurs la sèche, qui en est pourvue, est le plus côtier de tous les céphalopodes. Il finit par déduire de ses observations, comme conclusions, que :

» 1°. Le *Spirulirostra*, à en juger d'après la forme raccourcie de l'osselet, par le volume d'air des loges, devait avoir des formes massives, lourdes; qu'il était mauvais nageur, tandis que la force de son rostre prouve que ce devait être un animal plus spécialement côtier que la sèche;

» 2°. La forme allongée de l'osselet du Conotheutis dénote un animal étroit, cylindrique, dès lors excellent nageur; d'un autre côté, le manque

de rostre, protecteur de l'alvéole, indique des mœurs pélagiennes; ainsi le Conoteuthis aurait été excellent nageur et habitant des hautes mers;

» 3°. La forme très-allongée de l'ensemble de l'osselet de la bélemnite annonce un céphalopode élancé et bon nageur. La présence du rostre indique en même temps un être dont les habitudes étaient côtières; ainsi la bélemnite joindrait une nage très-prompte à des mœurs riveraines.

» Les résultats tout différents auxquels M. d'Orbigny a été conduit pour les trois osselets fossiles, prouvent qu'en procédant logiquement on peut, par la comparaison des faits bien constatés appliqués aux corps que renferment les couches terrestres, non-seulement juger de la forme des animaux perdus, mais encore arriver à connaître quels pouvaient être les grands traits caractéristiques de leurs habitudes. »

MÉDECINE. — *Recherches sur le cancer; par* M. TANCHOU; 1re partie. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Double, Serres, Breschet.)

« Dans ce premier Mémoire M. Tanchou traite la question de la contagion du cancer, et la résout négativement d'après des expériences qu'il a faites sur des animaux, avec du pus provenant de plaies cancéreuses. M. Tanchou examine ce pus comparativement avec celui qui provient d'autres sources, comme d'un vésicatoire, ou d'un érésypèle flegmoneux, etc. Placés sous la peau, sur des tissus vivants et susceptibles d'absorber, ils présentent tous la même innocuité. Cependant ces produits, lorsqu'ils sont conservés pendant plusieurs jours et sans doute putréfiés, déterminant, comme l'a reconnu M. Tanchou, de l'inflammation et même un peu de suppuration, il n'ose affirmer que leur contact soit absolument sans effet secondaire ou tertiaire sur l'économie. Il rappelle à cette occasion les accidents qui surviennent fréquemment dans les amphithéâtres quand on dissèque des cadavres trop avancés.

» M. Tanchou conclut de ses premières recherches: 1° que le cancer n'est pas le résultat d'une humeur ou d'un principe âcre, comme on l'a cru pendant fort longtemps; 2° que ce n'est pas parmi les antidotes qu'il faut en chercher le remède, mais bien dans les agents susceptibles de modifier l'économie et surtout le système vasculaire ou nerveux, qui paraissent être le point de départ de cette maladie. »

M. **Franchot** lit une Note sur un appareil destiné à atténuer la violence des chocs entre les waggons d'un même train lorsque, par une cause quelconque, la locomotive vient à s'arrêter brusquement. Cet appareil, désigné sous le nom de *parachoc*, consiste en un système de parallélogrammes articulés qui se place entre la locomotive et le premier waggon. Pendant la marche, chaque parallélogramme est allongé autant que possible dans le sens horizontal, et le système entier agit comme une chaîne qui lie le train de waggons à la locomotive. Quand celle-ci vient à s'arrêter, les waggons, continuant à s'avancer en raison de la vitesse acquise, tendent à faire changer de forme à chacun des parallélogrammes articulés, à diminuer le diamètre horizontal en augmentant le diamètre vertical. Mais pour chaque parallélogramme un ressort oppose à ce changement de forme une résistance qui augmente à mesure que le diamètre horizontal diminue.

M. Franchot met sous les yeux de l'Académie un modèle de son appareil, exécuté au dixième de la grandeur, et plusieurs pièces détachées offrant diverses combinaisons de ressorts qui, les uns comme les autres, auraient pour effet d'opposer une résistance croissante au raccourcissement d'avant en arrière des parallélogrammes articulés.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **de Jouffroy** lit également une Note sur les moyens propres à prévenir les effets funestes des chocs auxquels sont exposés, dans un train de waggons, tous ceux qui suivent le premier véhicule qui s'arrête, locomotive tender ou waggon. Le moyen proposé par M. de Jouffroy consiste dans un système d'enrayage qui doit avoir lieu pour chaque voiture, indépendamment de toute action du conducteur, du moment où cette voiture cesse d'être attirée par la voiture précédente, c'est-à-dire du moment où la chaîne qui les unit cesse d'être tendue. M. de Jouffroy, dans un dessin joint à son Mémoire, a figuré le dispositif au moyen duquel il pense que l'effet désiré peut être sûrement et instantanément obtenu.

(Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De l'analyse des eaux minérales sulfureuses, naturelles ou artificielles; par* M. GERDY.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« Appelé par ma position à constater les principes minéralisateurs contenus dans l'eau d'Uriage, qui est en même temps sulfureuse et fortement chargée de chlorure de sodium, de sulfates de soude et de magnésie, j'ai promptement reconnu que l'analyse des eaux sulfureuses offrait des difficultés fort embarrassantes et que les moyens jusque alors employés ne pouvaient suffire pour tous les cas. S'agit-il, par exemple, d'une eau contenant beaucoup de chlorures; si l'on y verse du nitrate d'argent, il se précipite beaucoup de chlorure d'argent en même temps qu'un peu de sulfure, et lorsqu'on fait agir l'ammoniaque pour dissoudre le chlorure, comme il faut en employer beaucoup et laver à plusieurs reprises, le sulfure se dissout aussi en partie, et le résultat est tout à fait infidèle. Je sais bien qu'on a dit que l'ammoniaque ne dissolvait pas le sulfure d'argent, et je l'avais cru sur parole; mais j'ai constaté, par expérience, que ce sulfure mêlé à une grande quantité de chlorure, disparaissait en partie dans la dissolution, et qu'il fallait, par conséquent, renoncer à ce moyen en pareil cas. D'ailleurs, la chimie ne nous a pas encore donné de moyens satisfaisants pour apprécier les hyposulfites et les polysulfures, très-étendus dans une eau minérale, et il y a certainement des uns ou des autres dans plusieurs eaux.

» Lorsque M. Dupasquier, de Lyon, publia son procédé sulfhydrométrique, je fus tout d'abord convaincu que ce nouveau moyen, si commode et qui serait si avantageux, s'il était exact, ne pourrait parer à toutes les difficultés. Je le mis en pratique et il me fut facile de m'assurer que mes prévisions à cet égard ne m'avaient pas trompé. En effet, d'une part le sulfhydromètre peut indiquer du soufre là où il n'y en a pas, ou bien en indiquer plus qu'il n'y en a; et, d'autre part, il peut ne pas indiquer tout le soufre contenu dans une dissolution et susceptible d'agir sur l'économie comme principe sulfureux. Ainsi, versez de la teinture d'iode dans une dissolution de potasse, de soude ou d'ammoniaque, et vous verrez, malgré l'addition de l'eau d'amidon, la teinture se décolorer à mesure qu'elle arrivera en contact avec le liquide. Il en est de même, quoique d'une manière

moins prononcée, pour les carbonates alcalins, de même pour des cyanures, le cyanure de potassium, par exemple, etc. (1). Or, comme il y a dans plusieurs eaux minérales sulfureuses des alcalis libres ou des carbonates alcalins, par cela même déjà ce procédé perd beaucoup de sa valeur; il est possible encore que des principes contenus dans certaines eaux, indépendamment des matières azotées qui s'y trouvent, altèrent aussi parfois les résultats. D'ailleurs, la teinture d'iode n'indique nullement la présence des hyposulfites, et, dans les polysulfures, elle n'indique qu'une portion du soufre. Ce moyen ne peut donc pas être employé d'une manière générale; il ne peut donc pas être employé seul pour apprécier la présence et la quantité des principes sulfureux dans une eau minérale. Mais il peut être utile pour séparer les divers principes sulfureux quand il y en a plusieurs; il peut être utile pour apprécier les variations d'une eau minérale dont la composition serait d'abord connue; et à ces titres il mérite les éloges qu'il a reçus.

» Restait donc la difficulté tout entière de saisir tous les principes sulfureux, monosulfures, polysulfures, hyposulfites, sulfites, acide sulfhydrique, qui peuvent se trouver dans une eau minérale. L'eau régale et le chlore peuvent bien convertir une portion du soufre contenu dans certaines eaux minérales, en acide sulfurique, qui est ensuite dosé facilement; mais ce n'est là qu'un résultat fort incomplet. Pour arriver au but, j'ai expérimenté sur des sulfures et des hyposulfites artificiels, à divers états de concentration, après avoir d'abord déterminé la quantité de soufre qui s'y trouvait, par des procédés qui ne sont pas, ou du moins pas toujours, applicables aux eaux minérales. La quantité de soufre contenue dans un hyposulfite soluble s'apprécie facilement, comme on le sait, par le nitrate d'argent, qui transforme la moitié du soufre en sulfure, l'autre moitié en acide sulfurique. C'est le procédé que j'ai suivi. Quant aux polysulfures, j'ai pu en doser exactement le soufre, en versant sur un polysulfure solide ou en dissolution très-concentrée de l'acide nitrique en assez grand excès. Il se fait immédiatement une vive effervescence produite par un fort dégagement d'acide nitreux, beaucoup de soufre se précipite, et une partie passe à l'état de sulfate. Il est facile ensuite de séparer le soufre, puis de précipiter l'acide sulfurique par le chlorure de barium, et d'apprécier la

---

(1) J'ai constaté encore le même résultat en versant la teinture d'iode et l'eau d'amidon dans l'urine, au moment où elle vient d'être rendue.

quantité de sulfate existant préalablement dans le sulfure, en versant dans une certaine quantité connue de ce sulfure dissous, du chlorure de barium tout seul. Si l'on ne mettait pas assez d'acide azotique, il se dégagerait de l'acide sulfhydrique, et l'on perdrait ainsi une portion du soufre.

» On peut encore doser le soufre, à cet état de dissolution concentrée, par un autre procédé qui m'a réussi également, mais qui est peut-être un peu moins sûr : il consiste à faire, avec le sulfure liquide et du bioxyde de baryte en poudre, une pâte que l'on expose, dans une capsule de porcelaine, à la flamme d'une lampe à alcool. En modérant convenablement la chaleur, j'ai pu transformer ainsi tout le soufre en sulfate de baryte.

» Quoi qu'il en soit, après avoir ainsi apprécié le soufre de mes sulfures et de mes hyposulfites, je les ai étendus d'une plus ou moins grande quantité d'eau, en les laissant isolés ou en les réunissant, et j'ai fait des eaux minérales artificielles. Puis j'ai essayé, par divers procédés, d'analyser ces principes sulfureux d'une manière exacte et certaine. Le nitrate d'argent étant rejeté à cause de la présence possible des chlorures et des polysulfures, les sels de cuivre rejetés à cause de la présence possible des hyposulfites et des polysulfures, la sulfhydrométrie par les raisons que j'ai indiquées plus haut, il fallait trouver un moyen applicable à tous les cas.

» Parmi les divers moyens que j'ai mis en usage sans succès, il en est un que je mentionnerai, parce qu'il m'a presque conduit au but que je cherchais, et que peut-être trouvera-t-il d'autres applications. Dans une dissolution sulfureuse étendue, mais plus concentrée encore que ne le sont les eaux minérales naturelles, j'ai ajouté de l'iode à l'état solide et du bioxyde de barium, dans l'intention d'obtenir un hydriodate de baryte, probablement avec un iodate, et d'acidifier le soufre par l'oxygène séparé du bioxyde réduit à l'état de protoxyde. Je laissais la réaction s'opérer dans des flacons bouchés à l'émeri pendant plusieurs heures, puis je faisais bouillir ce mélange en y ajoutant de l'acide azotique et de l'acide chlorhydrique successivement ; l'iode était précipité de la dissolution et chassé par l'ébullition ; et il me restait en définitive du sulfate de baryte en quantité presque égale à celle que devait donner le soufre contenu dans le sulfure. Mais, malgré toutes les précautions que j'ai pu prendre, je ne suis jamais arrivé à l'exactitude parfaite, et je n'ai pas employé ce procédé sur des eaux sulfureuses naturelles.

» Mais enfin je suis parvenu à trouver un moyen d'analyse qui me paraît applicable à tous les cas. Si l'on verse dans une dissolution de polysulfure quelques gouttes de cyanure rouge de potassium et de fer, le liquide blanchit immédiatement, et présente en suspension des flocons d'un blanc jaunâtre, combinaison de soufre et de cyanure, à ce qu'il m'a paru; si l'on ajoute du chlorure ferrique, immédiatement il se forme un abondant précipité de bleu de Prusse. Il suffit alors, pourvu que le liquide contienne, sur 15 ou 20 grammes, 3 ou 4 centigrammes de soufre en combinaison, de le faire bouillir pendant une heure ou deux avec le quart de son volume d'eau régale, pour transformer tout le soufre en acide sulfurique; puis de filtrer et d'ajouter un sel de baryte dissous, pour avoir, en sulfate de baryte, très-exactement la même quantité de soufre. Seulement, comme le liquide est très-acide, il faut le laisser déposer et le décanter, pour faire ensuite bouillir le précipité avec de l'eau distillée, pour filtrer ensuite et passer le sulfate après avoir brûlé le filtre. Sans cela, on serait obligé de laver le filtre très-longtemps pour enlever tout le nitrate de baryte, et l'on perdrait du sulfate.

» Si le liquide contient une moindre quantité de soufre, on n'obtient plus ainsi une quantité de sulfate de baryte équivalente au soufre du sulfure. Il faut alors filtrer le liquide où l'on a versé les cyanure et chlorure de fer, sans ajouter d'eau régale et sans employer la chaleur, puis chauffer le filtre chargé du bleu de Prusse dans l'eau régale, jusqu'à ébullition, pendant une heure; traiter également à chaud par d'autre eau régale, ou tout simplement reverser sur l'eau régale, qui a bouilli avec le filtre, le liquide préalablement séparé par filtration, et le faire bouillir à son tour, pour obtenir, en filtrant de nouveau, un liquide qui contient tout le soufre à l'état de sulfate.

» Si la quantité de soufre est moins considérable encore, qu'il y en ait seulement, par exemple, 1 centigramme dans 500 grammes d'eau, alors l'eau régale ne réussit plus. Mais on arrive au même résultat plus simplement encore, en faisant passer à travers le liquide dans lequel vient de se former le bleu de Prusse, un courant de chlore, ou en y ajoutant du chlore dissous en excès. Il suffit alors de laisser le liquide pendant deux heures, en l'agitant quelquefois, pour que la réaction soit complète, sans employer la chaleur; puis on filtre, et le liquide filtré contient tout le soufre à l'état d'acide sulfurique. Mais il faut laver le filtre un bon nombre de fois, pour enlever tout le sulfate de fer qui s'y trouve. Le chlore me paraît ainsi pouvoir être substitué à l'eau régale dans tous les cas, ce qui simplifie le procédé

et demande beaucoup moins de temps. Mais il en faut ajouter une assez grande quantité, jusqu'à ce que le liquide, après avoir été bien agité, laisse encore dégager du chlore d'une manière très-sensible.

» Si le liquide contient, au lieu d'un polysulfure, du gaz sulfhydrique ou un hyposulfite, les phénomènes et les résultats sont les mêmes, si ce n'est que le liquide ne se trouble et ne précipite qu'après l'addition du chlorure ferrique. D'ailleurs, lorsqu'il y a de l'acide sulfhydrique, il faut verser du chlorure de fer en excès, pour saisir tout cet acide.

» Du reste, dans toutes ces réactions on peut substituer au chlorure de fer le nitrate de cuivre. Il se précipite alors un cyanure de cuivre, et dans ce cas comme dans le précédent, le soufre se trouve en partie dans le liquide surnageant, en partie dans le précipité. La réaction et les résultats sont absolument semblables; cette modification même me paraît offrir quelques avantages, parce que le cyanure de cuivre passe moins à travers le filtre que le cyanure de fer, qui peut exiger parfois une double filtration. D'autres sels métalliques pourront sans doute aussi être substitués au chlorure de fer et au nitrate de cuivre.

» En résumé, par ce procédé on pourra apprécier avec certitude les monosulfures, polysulfures, hyposulfites, et l'acide sulfhydrique, qui peuvent se trouver isolés ou réunis dans les eaux minérales, ce que l'on ne pouvait pas faire, dans tous les cas, par les procédés jusque alors connus. Si l'on veut ensuite isoler ces divers principes, lorsque deux ou trois sont réunis, il sera facile de les reconnaître et de les évaluer séparément, en faisant usage des divers procédés. Je dirai seulement ici que l'acide iodique m'a paru indiquer assez bien la présence des hyposulfites, en donnant, par addition d'eau d'amidon, une couleur bleue caractéristique, pourvu qu'il n'y ait point de sulfure ou d'acide sulfhydrique dans le liquide. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Procédé pour faire du bleu d'outremer.* — Note de **M. J. DE TIREMON.**

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Dumas, Regnault.)

« Le procédé pour faire du bleu d'outremer que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, ne diffère de ceux qu'on a publiés jusqu'à ce jour que par l'addition d'une certaine quantité d'arsenic au soufre employé seul dans les dosages que l'on a fait connaître. Sans entrer dans le détail des essais et des inductions qui m'ont conduit à faire usage d'un peu d'arsenic,

je décrirai immédiatement le procédé qui a servi à préparer l'échantillon de bleu joint à cette Note.

Dosage.

Argile d'abondant crue, en poudre passée au tamis	100
Alumine en gelée, représentée par alumine anhydre	7
Carbonate de soude desséché 400 ou cristallisé	1075
Fleur de soufre	221
Sulfide arsénieux	5

Le mélange de ces substances doit être fait avec le plus grand soin.

» Dans le carbonate de soude liquéfié dans son eau de cristallisation, on jette le sulfide arsénieux en poudre, et quand cette dernière substance est en partie décomposée, on ajoute au mélange l'alumine en gelée. (Cette alumine provient de l'alun du commerce précipité par du carbonate de soude; le précipité recueilli sur un filtre n'a été lavé qu'une fois avec de l'eau de rivière.) Puis on ajoute l'argile et la fleur de soufre préalablement mêlées. Ce mélange, réduit par la chaleur, est mis dans un creuset couvert, que l'on chauffe avec précaution pour chasser ce qui reste d'eau, puis on le porte au rouge. Le feu doit être conduit de manière que le produit soit agglutiné sans être fondu. Après refroidissement on chauffe le produit pour en chasser le plus possible de soufre, puis on le broie et on le délaye dans l'eau de rivière. La poudre en suspension dans l'eau est recueillie sur un filtre. Quand le mélange a été bien fait, tout peut être employé; mais dans le cas où le mélange était imparfait, on trouve bien des particules incolores; et quand le feu a été porté jusqu'à fusion complète, on trouve des fragments colorés en brun, particulièrement quand le creuset est de mauvaise qualité et a été fortement attaqué. Ces résultats ne se produisent jamais quand l'opération est conduite avec soin. On laisse égoutter le filtre sans le laver, puis on le dessèche. Le produit est alors d'un beau vert tendre déjà bleuâtre.

» On le chauffe alors dans un têt couvert, en le remuant de temps en temps. On peut élever la température jusqu'au rouge sombre. L'échantillon joint à cette Note a été chauffé un peu plus de deux heures à une chaleur inférieure au rouge. Il a été préparé au mois de mai 1840. »

CHIRURGIE. — *Mémoire sur les rétrécissements organiques de l'urètre; par* M. CIVIALE.

(Commission précédemment nommée.)

« Les nouvelles recherches que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Académie, dit l'auteur dans la lettre d'envoi, ont pour but spécial les lésions organiques qui constituent les rétrécissements urétraux, et celles qui en sont la conséquence. Jusqu'à nos jours on s'était peu occupé de ce qu'apprennent les ouvertures cadavériques, qui elles-mêmes étaient peu nombreuses et souvent incomplètes. Cependant c'est par les données qu'elles fournissent qu'on peut le plus sûrement distinguer les diverses espèces de rétrécissements, et arriver au traitement rationnel qu'ils réclament. J'ai réuni dans ce Mémoire un très-grand nombre de faits qui me paraissent propres à élucider les plus importantes questions des coarctations urétrales, et à mettre sur la voie d'une réforme dans la thérapeutique de ces maladies si fréquentes et si graves. Ces faits d'ailleurs mettent en évidence l'inutilité, les inconvénients et même les dangers de divers moyens nouveaux ou renouvelés, qu'on a présentés à tort comme possédant une grande efficacité, et que l'expérience n'a pas sanctionnés.

» L'un des points qu'il importait le plus d'éclaircir, est relatif aux difficultés que présente le cathétérisme, et aux désordres qu'il entraîne, surtout lorsque les coarctations urétrales sont compliquées de lésions de la prostate et du col vésical, par suite desquelles la partie profonde de l'urètre se trouve déviée, déformée. L'examen d'un grand nombre de pièces pathologiques démontre que par le procédé et par l'emploi de la sonde généralement en usage, il est presque toujours impossible d'arriver dans la vessie sans s'écarter de la voie naturelle; c'est ce qui rend raison du nombre prodigieux de fausses routes qui ont lieu dans ces cas, et dont les musées fournissent tant de preuves affligeantes. En dévoilant ces malheurs, les faits nombreux que j'ai exposés dans mon Mémoire mettent sur la voie, sinon de les éviter entièrement, du moins de les atténuer, à l'aide d'instruments et par des procédés dont une expérience déjà longue a démontré les avantages.

» Un autre point non moins important, qui n'avait cependant pas assez attiré l'attention, se trouve éclairci par les faits nouveaux que j'ai consignés dans ce travail: je veux parler des désordres que produisent les coarctations urétrales, derrière le point où elles ont leur siége dans l'urètre. La con-

naissance de ces désordres aura une grande portée dans le diagnostic des rétrécissements urétraux, elle mettra le praticien à même de les prévenir, en attaquant la maladie à son début. J'ai signalé, relativement à la production de ces désordres vers la partie profonde de l'urètre, une particularité qui avait échappé à l'observation : c'est l'influence qu'exercent les contractions vésicales, suivant que ce viscère est à l'état d'hypertrophie ou d'atrophie. »

MM. **Goutt**, **Mercier**, **Servielle**, **Leroy d'Étiolles**, **Janniard**, **Girard**, **Coulier** et **Artus** adressent des Notes relatives à divers moyens imaginés pour prévenir les accidents résultant du choc des waggons sur les chemins de fer. Ces six Notes, et une septième dont l'auteur ne s'est pas fait connaître, sont renvoyées à l'examen de la Commission nommée dans la précédente séance pour les différentes communications relatives à la catastrophe du 8 mai.

M. **Artus**, dans la Note mentionnée ci-dessus, fait en outre connaître les résultats qu'il a obtenus dans des expériences faites à Brest sur les moyens de préserver de l'oxydation le fer des caisses à eau des bâtiments. Malgré tout ce qui a été fait et dit pour prouver l'innocuité du zinguage des parois intérieures de ces caisses, beaucoup de personnes répugnaient à faire usage de l'eau restée longtemps en contact avec le zinc; or, comme le pouvoir préservateur de ce métal est dû principalement à l'action électrique, M. Artus a pensé qu'il suffirait d'en garnir les parois extérieures des caisses, et la justesse de cette conjecture a été prouvée par des expériences dont la durée a été de treize et de quatorze mois. Au bout de ce temps l'intérieur des caisses était exempt de toute oxydation, et l'eau qu'elles contenaient était fort belle et très-bonne.

M. **Reville** adresse, comme pièce justificative à joindre à sa Note sur l'*emploi des tissus de coton pour la voilure des navires*, un nouveau certificat sur le résultat d'un essai fait par le capitaine du bâtiment français *la Fortune du Havre*, dans trois voyages consécutifs entre le Havre et la Guadeloupe; la voile mise en expérience n'a encore besoin d'aucune réparation pour le quatrième voyage qui va se faire prochainement.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **L. Masure**, qui s'est adressé l'an passé à l'Académie pour revendiquer

une part dans l'invention d'un appareil typographique présenté par M. *Gaubert*, écrit aujourd'hui que depuis l'époque où il a cessé de travailler de concert avec son premier associé, il a continué à s'occuper des perfectionnements dont était susceptible l'appareil en question, et qu'il croit l'avoir amené au point où il peut le soumettre au jugement de l'Académie. Il demande, en conséquence, que la Commission qui a récemment pris connaissance des résultats obtenus par M. Gaubert veuille bien constater également ceux auxquels il est arrivé de son côté.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Fourcault** demande que le Mémoire qu'il a lu dans la séance précédente, et qui fait suite à ses travaux sur les désordres produits par toute altération dans les fonctions de la peau, soit admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

A quatre heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. **Becquerel**, au nom de la section de Physique, présente la liste suivante de candidats pour une place vacante de correspondant :

MM. Forbes, à Édimbourg;
Wheatstone, à Londres;
de Haldat, à Nancy;
Amici, à Florence;
Erman, à Berlin;
Matteucci, à Ferrare;
Weber, à Gœttingue.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la séance prochaine : MM. les membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 6 heures. F.

(*Pièce qui a été omise dans le* Compte rendu *de la séance du* 16 *mai.*)

MÉTÉOROLOGIE. — *Gouttes de pluie par un temps serein.* — Note de M. **Babinet**.

« Le lundi 2 mai, à neuf heures du soir, le ciel était parfaitement pur, d'une teinte de bleu foncé ou plutôt noire, sans aucun mélange de blanc,

l'air tout à fait calme, l'horizon au couchant, chose rare à Paris, entièrement dépourvu de vapeurs; j'ai senti des gouttes de pluie très-fines sur les mains et au visage. Le phénomène a duré environ dix minutes. Je l'ai observé dans presque tout le trajet de la place de l'Institut aux Tuileries, en suivant les quais et traversant le pont du Louvre. Ces gouttes de pluie ne mouillaient pas sensiblement le parapet du quai ni le trottoir recouvert de bitume, ni même les habits. Les gouttes étaient très-fines et très-froides; mon compagnon de promenade, que j'arrêtai un grand nombre de fois pour lui faire remarquer le phénomène, ne voulut jamais admettre que ce fût une *vraie pluie* (suivant son expression), d'après l'état du ciel très-pur et de la terre non mouillée. Les étoiles n'offraient pas la moindre scintillation. Ce soir là même, un peu plus tard, j'observai les deux étoiles σ et τ de la constellation du Cygne, lesquelles font avec la célèbre 61me un triangle rectangle isoscèle qui sert à trouver cette dernière à l'œil et au télescope. Je ne pus jamais apercevoir la 61me, quoique l'éclat des deux autres semblât indiquer une transparence suffisante pour qu'on pût la distinguer facilement: la cause en était au manque absolu de scintillation, car, d'après la théorie de ce phénomène si heureusement rapportée aux interférences par M. Arago, l'éclat d'une étoile doit être alternativement supérieur et inférieur à l'éclat moyen qui aurait lieu sans la scintillation. L'*invisibilité constante* des étoiles faiblement brillantes devient donc un indice de calme absolu dans l'air. Je ne doute aucunement qu'en comparant les intermittences de visibilité des petites étoiles avec les indications de l'appareil de M. Arago pour mesurer la scintillation, on n'obtienne une confirmation entière de cette nouvelle donnée météorologique, savoir : que *l'invisibilité constante des étoiles de cinquième et de sixième grandeur, tandis que celles de quatrième sont constamment visibles, prouve un grand calme actuel dans toute la profondeur de l'atmosphère.* »

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 20, in-4°.

Carte géologique du département des Ardennes; par MM. SAUVAGE *et* BUVIGNIER; 5 feuilles grand aigle. (Pour joindre à une description de ce département adressée au concours pour le prix de Statistique.)

Voyage en Islande et au Groënland, sous la direction de M. P. GAIMARD : *Minéralogie et Géologie;* 2e partie; *par* M. E. ROBERT; in-8°.

Navigation à la vapeur. — Description d'un nouveau système de Rames verticales pour remplacer les roues à aubes des bâtiments à vapeur; par M. LESNARD; 1842; in-4°.

Société Linnéenne de Lyon, année 1841; in-8°.

Proposition publique d'un perfectionnement applicable aux Chemins de Fer; par M. LEFUEL; in-8°.

État actuel du puits de Grenelle; destination qu'il refuse, celle qu'il réclame; Théorie des Volcans; par M. AZAÏS; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; 15 mai 1842; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; mai 1842, in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XIV, juillet 1841; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mai 1842; in-8°.

Mémoire sur les fonctions de la forme $\int x^{s-\gamma p-1} F(x^p)[R(x^p)]^{\pm \frac{s}{rp}} dx$; *par* M. O.-J. BROCH; *précédé d'un Rapport sur ce Mémoire, par* MM. LIOUVILLE *et* CAUCHY. (Extrait du *Journal de Mathématiques* de M. CRELLE; tome XXXIII.) In-4°.

Bibliothèque universelle de Genève; mars 1842; in-8°.

Programme des Questions proposées pour le concours de 1843, *par l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles;* in-4°.

An investigation... *Recherches sur ce qu'il y a de défectueux et de peu satisfaisant dans l'état actuel de la Vaccination, et sur divers expédients proposés pour faire disparaître les défauts aujourd'hui reconnus de la méthode Jennérienne; par* M. BROWN; Édimbourg, 1842; in-8°.

Ueber das... *Sur le Strabisme et sa guérison par l'opération; par* M. le professeur DIEFFENBACH; Berlin, in-8°. (Cet ouvrage a été transmis par M. A. DE HUMBOLDT.)

Beschreibung... *Description d'un cas de maladie dans lequel un fragment de poumon a été rejeté avec sa bronche et deux anneaux bronchiques; par* M. JOEL; Berlin, 1842; in-8°.

Osservazioni... *Observations anatomiques sur l'OEil humain; par* M. DELLE-CHIAJE; Naples, 1840; in-fol.

Ricerche... *Recherches anatomico-biologiques sur le Proteus anguinus; par* le même; Naples, 1840; in-fol.

Istoria... *Histoire anatomico-tératologique d'un enfant rhinocéphale monocle; par* le même; Naples, 1840; in-fol.

Anatomiche... *Examen anatomique de la Torpille, lu à l'Académie des Sciences de Naples dans la séance du* 10 *avril* 1839; *par* le même; in-4°.

Esistenza... *Existence des capsules surrénales dans les Batraciens et dans les Poissons, Mémoire lu dans la séance du* 23 *août* 1837; *par* le même; in-8°.

Lettera... *Lettre sur la structure intime du Testicule humain, adressée par* M. le professeur DELLE-CHIAJE au professeur MAGLIARI; in-8°.

(Ces divers ouvrages de M. *Delle-Chiaje* seront l'objet de Rapports verbaux de la part de M. Breschet et de M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.)

O Gigrometrii... *Sur l'Hygrométrie et l'origine de la Pluie; par* M. POR BOUIKOF; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 21.

Gazette des Hôpitaux; n° 59 à 61.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 255.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 21.

L'Écho du Monde savant; n° 729, 730 et 731.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MAI 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL INTÉGRAL. — *Sur une intégrale remarquable d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Considérons une équation aux dérivées partielles du premier ordre entre une inconnue ϖ et n variables indépendantes

$$x, y, z, \ldots, t,$$

dont la dernière t peut être censée représenter le temps, dans les problèmes de mécanique. L'intégration de cette équation pourra se réduire à l'intégration d'un système d'équations différentielles du premier ordre, ou bien encore, comme je l'ai remarqué dans la séance précédente, à l'intégration d'une seule équation linéaire aux dérivées partielles qui renfermera $2n$ variables indépendantes, et qui ne sera autre chose que l'équation caractéristique correspondante au système dont il s'agit. D'ailleurs, parmi les intégrales de ce système, il en est une qui ne contient d'autres constantes arbitraires que celles qui peuvent être censées désigner les valeurs initiales des variables indépendantes $x, y, z, \ldots$ et de l'inconnue ϖ. Or il est impor-

tant d'observer que cette intégrale du système d'équations différentielles est en même temps une intégrale de l'équation donnée aux dérivées partielles. Ajoutons qu'elle se déduit immédiatement par élimination de n intégrales particulières de l'équation caractéristique, savoir, de celles qu'on obtient quand on prend successivement pour valeurs initiales de l'inconnue de cette équation caractéristique chacune des quantités variables

$$x, y, z, \ldots, \varpi.$$

Telles sont les propositions principales que je vais établir dans la présente Note.

Analyse.

» Soit

$$(1) \qquad F(x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r, \ldots, s) = 0$$

l'équation donnée aux dérivées partielles, dans laquelle on suppose

$$p = D_x\varpi, \quad q = D_y\varpi, \quad r = D_z\varpi, \ldots, \quad s = D_t\varpi,$$

et nommons

$$X, Y, Z, \ldots, T, \Pi, P, Q, R, \ldots, S$$

les dérivées partielles de la fonction

$$F(x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r, \ldots, s)$$

différentiée successivement par rapport à chacune des quantités variables

$$x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r, \ldots, s.$$

L'intégration de l'équation (1) pourra être réduite soit à l'intégration des $2n-1$ équations différentielles comprises dans la formule

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dx}{P} = \frac{dy}{Q} = \frac{dz}{R} = \ldots = \frac{dt}{S} = \frac{d\varpi}{Pp + Qq + Rr + \ldots Ss} \\ &\quad = \frac{dp}{-(X + p\Pi)} = \frac{dq}{-(Y + q\Pi)} = \frac{dr}{-(Z + r\Pi)} = \ldots, \end{aligned} \right.$$

s étant déterminé en fonction de

$$x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r, \ldots$$

par l'équation (1), soit à l'intégration de l'équation caractéristique

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} &PD_x8 + QD_y8 + RD_z8 + \ldots + SD_t8 + (Pp + Qq + Rr + \ldots + Ss)D_\varpi 8 \\ &\quad - (X + p\Pi)D_p8 - (Y + q\Pi)D_q8 - (Z + r\Pi)D_r8 - \ldots = 0. \end{aligned} \right.$$

» Si, en particulier, l'on désigne par

$$u,\ v,\ w,\ldots$$

n fonctions déterminées de

$$x,\ y,\ z,\ \ldots\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,$$

dont chacune, étant prise pour valeur de s, vérifie l'équation (3), et par

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ \ldots,\ \theta$$

n constantes arbitraires, il suffira, pour obtenir une intégrale de l'équation (1), d'éliminer

$$p,\ q,\ r,\ldots,$$

entre les formules

$$\alpha = u,\quad \beta = v,\quad \gamma = w,\ldots, \tag{4}$$

pourvu toutefois que les valeurs de

$$\varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,$$

tirées de ces formules, se réduisent, pour une valeur donnée τ de la variable t, à des expressions de la forme

$$\begin{aligned}
\varpi &= \mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots,\ \alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots,\ \theta),\\
p &= \mathrm{D}_x \mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots,\ \alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots,\ \theta),\\
q &= \mathrm{D}_y \mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots,\ \alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots,\ \theta),\\
r &= \mathrm{D}_z \mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots,\ \alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots,\ \theta),\\
&\text{etc.}
\end{aligned}$$

Or, pour que cette condition soit remplie, il suffit évidemment que les valeurs de

$$\varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,$$

tirées des formules (4), vérifient, pour $t = \tau$, les suivantes

$$p = \mathrm{D}_x \varpi,\quad q = \mathrm{D}_y \varpi,\quad r = \mathrm{D}_z \varpi,\ldots; \tag{5}$$

et comme, en supposant qu'il en soit ainsi, les formules (4) fourniront, avec une valeur de ϖ propre à représenter une intégrale particulière de l'équation (1), les dérivées $p, q, r,\ldots$ de cette intégrale prises par rapport à $x, y, z,\ldots$; nous devons conclure qu'en vertu des équations (4), les conditions (5) seront vérifiées pour une valeur quelconque de t, si elles se vérifient pour la valeur particulière $t = \tau$.

» D'autre part, si l'on regarde les équations (4) comme propres à déterminer

$$\varpi,\ p,\ q,\ r,\dots$$

en fonction de

$$x,\ y,\ z,\dots,\ t,$$

on tirera de ces équations, différentiées par rapport à x,

$$\begin{array}{l} D_x u + D_\varpi u\, D_x\varpi + D_p u\, D_x p + D_q u\, D_x q + D_r u\, D_x r + \dots = 0,\\ D_x v + D_\varpi v\, D_x\varpi + D_p v\, D_x p + D_q v\, D_x q + D_r v\, D_x r + \dots = 0,\\ D_x w + D_\varpi w\, D_x\varpi + D_p w\, D_x p + D_q w\, D_x q + D_r w\, D_x r + \dots = 0,\\ \text{etc.}, \end{array}$$

et par suite

$$(6) \qquad D_x\varpi = -\frac{S(\pm D_x u\, D_p v\, D_q w\dots)}{S(\pm D_\varpi u\, D_p v\, D_q w\dots)},$$

chacune des sommes représentées à l'aide du signe S étant une fonction alternée dont les divers termes se déduisent les uns des autres, par un ou plusieurs échanges opérés entre les seules lettres $u, v, w,\dots$. Comme d'ailleurs l'équation (6) devra continuer de subsister quand on échangera entre elles les lettres

$$x \text{ et } y,\quad p \text{ et } q,\quad u \text{ et } v,$$

ou bien les suivantes

$$x \text{ et } z,\quad p \text{ et } r,\quad u \text{ et } w,$$

etc.; il est clair que les conditions (5) pourront s'écrire comme il suit :

$$(7) \qquad \left\{ \begin{array}{l} p = -\dfrac{S(\pm D_x u\, D_p v\, D_q w\dots)}{S(\pm D_\varpi u\, D_p v\, D_q w\dots)},\\ q = -\dfrac{S(\pm D_y v\, D_q u\, D_p w\dots)}{S(\pm D_\varpi v\, D_q u\, D_p w\dots)},\\ \text{etc.} \end{array} \right.$$

» Désignons maintenant par

$$\mathfrak{X},\ \mathfrak{Y},\ \mathfrak{Z},\dots,\ \Omega,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\dots$$

les valeurs de s qui, étant propres à vérifier l'équation (3), se réduisent respectivement à

$$x,\ y,\ z,\dots,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\dots,$$

pour $t=\tau$. Les intégrales des équations (2) seront de la forme

$$(8)\qquad \begin{cases} \xi = \mathfrak{X}, \quad \eta = \mathfrak{Y}, \quad \zeta = \mathfrak{Z}, \ldots, \quad \omega = \Omega, \\ \varphi = \mathfrak{P}, \quad \chi = \mathfrak{Q}, \quad \psi = \mathfrak{R}, \ldots, \end{cases}$$

$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega, \varphi, \chi, \psi, \ldots$ étant des constantes arbitraires propres à représenter les valeurs initiales de $x, y, z, \ldots, \varpi, p, q, r, \ldots$; et si, entre les seules équations

$$(9)\qquad \xi = \mathfrak{X}, \quad \eta = \mathfrak{Y}, \quad \zeta = \mathfrak{Z}, \ldots, \quad \omega = \Omega,$$

on élimine $p, q, r, \ldots$, on obtiendra une équation résultante

$$(10)\qquad \mathrm{K} = 0,$$

dont le premier membre K renfermera uniquement les quantités variables $x, y, z, \ldots, t, \varpi$ avec les constantes arbitraires

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots$$

Cela posé, pour savoir si l'équation (10) représentera ou non une intégrale particulière de l'équation (1), il suffira, d'après ce qui a été dit ci-dessus, d'examiner si les formules (7) sont ou ne sont pas identiquement vérifiées, lorsqu'on réduit les fonctions

$$u, v, w, \ldots$$

aux fonctions

$$\mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z}, \ldots, \Omega;$$

il suffira même d'examiner si, dans ce cas, les équations (7) deviennent ou non identiques pour une valeur particulière de t, par exemple pour la valeur $t=\tau$. Or c'est là en effet ce qui arrivera, comme on peut s'en assurer en attribuant à t non pas précisément la valeur $t=\tau$, pour laquelle les derniers membres de la formule (7) se présenteront sous la forme $\frac{0}{0}$, mais une valeur très-voisine de τ. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» Si l'on pose, pour abréger,

$$\begin{aligned} \square\,8 = {} & \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}} \mathrm{D}_x 8 + \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}} \mathrm{D}_y 8 + \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}} \mathrm{D}_z 8 + \ldots \\ & + \left(\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}} p + \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}} q + \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}} r + \ldots + s\right) \mathrm{D}_\varpi 8 \\ & - \frac{\mathrm{X} + p\Pi}{\mathrm{S}} \mathrm{D}_p 8 - \frac{\mathrm{Y} + q\Pi}{\mathrm{S}} \mathrm{D}_q 8 - \frac{\mathrm{Z} + r\Pi}{\mathrm{S}} \mathrm{D}_r 8 - \ldots, \end{aligned}$$

et

$$\nabla 8 = -\int_\tau^t \Box 8 \, dt;$$

alors, en attribuant à la différence $t-\tau$ un module assez petit pour que les séries demeurent convergentes, on aura

$$\mathfrak{x} = x + \nabla x + \nabla^2 x + \ldots, \quad \mathfrak{y} = y + \nabla y + \nabla^2 y + \ldots, \quad \mathfrak{z} = z + \nabla z + \nabla^2 z + \ldots,$$
$$\Omega = \varpi + \nabla\varpi + \nabla^2\varpi + \ldots.$$

D'ailleurs, si l'on considère la différence $t-\tau$ comme une quantité très-petite du premier ordre, on pourra en dire autant de l'intégrale

$$-\int_\tau^t \Box 8 \, dt = -(t-\tau)\Box 8 + \int_\tau^t (t-\tau) \mathrm{D}_t \Box 8 \, dt,$$

qui se réduira sensiblement à

$$-(t-\tau)\Box 8,$$

et les divers termes d'une série de la forme

$$\nabla 8, \quad \nabla^2 8 \quad \nabla^3 8, \ldots,$$

seront respectivement des quantités du premier, du second, du troisième... ordre. Cela posé, en se bornant à écrire, dans les développements de $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, \ldots, \Omega$, les termes du premier ordre, on aura

$$\mathfrak{x} = x - (t-\tau)\Box x + \ldots, \quad \mathfrak{y} = y - (t-\tau)\Box y + \ldots, \quad \mathfrak{z} = z - (t-\tau)\Box z + \ldots,$$
$$\Omega = \varpi - (t-\tau)\Box\varpi + \ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$\mathfrak{x} = x - \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}(t-\tau) + \ldots, \quad \mathfrak{y} = y - \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}}(t-\tau) + \ldots, \quad \mathfrak{z} = z - \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}}(t-\tau) + \ldots,$$
$$\Omega = \varpi - \left(\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}p + \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}}q + \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}}r + \ldots + s\right)(t-\tau) + \ldots$$

Donc les formules (9) pourront s'écrire ainsi qu'il suit

$$(11) \quad \begin{cases} \xi = x - \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}(t-\tau) + \ldots, \quad \eta = y - \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}}(t-\tau) + \ldots, \quad \zeta = z - \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}}(t-\tau) + \ldots, \\ \omega = \varpi - \left(\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}p + \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}}q + \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}}r + \ldots + s\right)(t-\tau) + \ldots \end{cases}$$

Or, en supposant les équations (4) réduites aux formules (11), il suffira, pour obtenir l'équation (6), de tirer la valeur de $D_x\varpi$ des formules (11) différentiées par rapport à x, en considérant

$$\varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s,$$

et par suite

$$\frac{P}{S},\ \frac{Q}{S},\ \frac{R}{S},\ldots$$

comme des fonctions explicites des seules variables x, y, z,..., t. Mais, dans ce cas, la première et la dernière des formules (11) donnerait

$$(12)\qquad \begin{cases} 1 = (t-\tau)\,D_x\left(\frac{P}{S}\right) + \ldots, \\ D_x\varpi = (t-\tau)\,D_x\left(\frac{P}{S}p + \frac{Q}{S}q + \frac{R}{S}r + \ldots + s\right) + \ldots, \end{cases}$$

tandis que l'on tirera des autres

$$(13)\qquad D_x\left(\frac{Q}{S}\right) + \ldots = 0,\quad D_x\left(\frac{R}{S}\right) + \ldots = 0, \text{ etc.}$$

D'ailleurs, on conclura des formules (12)

$$(14)\qquad D_x\varpi = \frac{D_x\left(\frac{P}{S}p + \frac{Q}{S}q + \frac{R}{S}r + \ldots + s\right) + \ldots\ldots}{D_x\left(\frac{P}{S}\right) + \ldots}.$$

Enfin, en réduisant $t-\tau$ à zéro, on verra les formules (10) et (14) se réduire aux suivantes

$$(15)\qquad D_x\left(\frac{Q}{S}\right) = 0,\quad D_x\left(\frac{R}{S}\right) = 0,\ldots,$$

$$(16)\qquad D_x\varpi = \frac{D_x\left(\frac{P}{S}p + \frac{Q}{S}q + \frac{R}{S}r + \ldots + s\right)}{D_x\left(\frac{P}{S}\right)}.$$

D'autre part, en considérant

$$\varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s,$$

comme fonctions de $x, y, z, \ldots, t$, on tirera de l'équation (1), différentiée par rapport à x,

$$(17) \qquad \mathrm{P}\mathrm{D}_x p + \mathrm{Q}\mathrm{D}_x q + \mathrm{R}\mathrm{D}_x r + \ldots + \mathrm{S}\mathrm{D}_x s = 0,$$

ou, ce qui revient au même,

$$(18) \qquad \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_x p + \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_x q + \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}}\mathrm{D}_x r + \ldots + \mathrm{D}_x s = 0;$$

et, en vertu de cette dernière formule jointe aux équations (15), on aura, pour $t = \tau$,

$$\mathrm{D}_x\left(\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}p + \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{S}}q + \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{S}}r + \ldots + s\right) = p\mathrm{D}_x\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}.$$

Donc l'équation (16) donnera simplement

$$(19) \qquad \mathrm{D}_x \varpi = p.$$

Donc, dans l'hypothèse admise, et pour $t = \tau$, l'équation (6) se trouvant réduite à la formule (19), la première des formules (7) se réduira elle-même à une équation identique

$$p = p.$$

La même remarque étant applicable à chacune des équations (7), il en résulte que l'équation (10) sera, comme nous l'avions annoncé, une intégrale particulière de l'équation (1).

» Il est bon d'observer que de l'équation (1), jointe à la formule (2), on déduit immédiatement la suivante

$$(20) \quad \left\{\begin{aligned} &\frac{dx}{\mathrm{P}} = \frac{dy}{\mathrm{Q}} = \frac{dz}{\mathrm{R}} = \ldots = \frac{dt}{\mathrm{S}} = \frac{d\varpi}{\mathrm{P}p + \mathrm{Q}q + \mathrm{R}r + \ldots + \mathrm{S}s} \\ &= \frac{dp}{-(\mathrm{X} + p\Pi)} = \frac{dq}{-(\mathrm{Y} + q\Pi)} = \frac{dr}{-(\mathrm{Z} + r\Pi)} = \ldots = \frac{ds}{-(\mathrm{S} + s\Pi)}, \end{aligned}\right.$$

dont les intégrales seront de la forme

$$(21) \quad \left\{\begin{aligned} &\xi = \mathfrak{X}, \quad \eta = \mathfrak{Y}, \quad \zeta = \mathfrak{Z}, \ldots, \quad \omega = \Omega, \\ &\varphi = \mathfrak{P}, \quad \chi = \mathfrak{Q}, \quad \psi = \mathfrak{R}, \ldots, \quad \varsigma = \mathfrak{S}, \end{aligned}\right.$$

$\mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z}, \ldots, \Omega, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}, \ldots, \mathfrak{S}$ désignant des fonctions déterminées de $x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r, \ldots, s$, et les constantes arbitraires

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega, \varphi, \chi, \psi, \ldots, \varsigma,$$

étant liées entre elles par l'équation

$$(22) \qquad F(\xi, \eta, \zeta, \ldots, \tau, \omega, \varphi, \chi, \psi, \ldots, \varsigma) = 0.$$

Si des équations (21) on élimine s et ς, à l'aide des équations (1) et (22), on retrouvera, 1° les formules (8); 2° une équation qui se déduira de ces mêmes formules. On peut donc aisément revenir des formules (21) aux formules (8) et par conséquent à l'équation (10). Il y a plus: pour obtenir cette dernière équation, il suffira toujours d'intégrer les équations différentielles comprises dans la formule (20) de manière que l'on ait, pour $t = \tau$,

$$(23)\; x = \xi,\; y = \eta,\; z = \zeta, \ldots,\; \varpi = \omega,\; p = \varphi,\; q = \chi,\; r = \psi, \ldots,\; s = \varsigma,$$

puis d'éliminer

$$p, q, r, \ldots, s, \quad \varphi, \chi, \psi, \ldots, \varsigma$$

entre les intégrales ainsi obtenues, jointes à l'équation (21).

» Puisque l'intégrale (10) renferme, avec la constante donnée τ, n constantes arbitraires

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega,$$

elle est, par rapport à l'équation (1), ce que Lagrange appelle une solution *complète*. Pour déduire de cette solution complète l'intégrale générale, il suffira, comme l'on sait, de poser

$$(24) \qquad \omega = f(\xi, \eta, \zeta, \ldots),$$

ce qui rendra K fonction des seules constantes arbitraires

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots,$$

puis d'éliminer ces mêmes constantes, devenues variables, entre les équa-

tions

$$(25) \qquad K = 0, \quad D_\xi K = 0, \quad D_\eta K = 0, \quad D_\zeta K = 0, \text{ etc.}$$

Alors l'inconnue ϖ aura nécessairement, avec les variables indépendantes

$$x, y, z, \ldots, t,$$

une relation qui dépendra de la forme de la fonction arbitraire représentée par $f(x, y, z, \ldots)$. D'ailleurs, pour $t = \tau$, les formules (9) coïncideront avec les n premières d'entre les équations (23), c'est-à-dire, eu égard à la condition (24), avec les formules

$$(26) \qquad x = \xi, \quad y = \eta, \quad z = \zeta, \ldots, \quad \varpi = f(\xi, \eta, \zeta, \ldots);$$

et l'élimination de $\xi, \eta, \zeta, \ldots$ entre ces dernières formules produira la suivante

$$(27) \qquad \varpi = f(x, y, z, \ldots).$$

» Donc l'équation (10) a cela de remarquable, que de cette dernière équation, jointe à la formule (24), on tire précisément l'intégrale générale présentée sous une forme telle que la valeur de l'inconnue ϖ, fournie par cette intégrale, se réduit à la fonction $f(x, y, z, \ldots)$, pour une valeur donnée τ de la variable t.

» Appliquons maintenant les principes que nous venons d'établir à quelques exemples.

» Supposons d'abord l'équation (1) réduite à la suivante

$$(28) \qquad pqrs - xyzt = 0.$$

Alors, en multipliant tous les rapports qui composent les divers membres de la formule (20) par le produit

$$(29) \qquad pqrs = xyzt,$$

on verra cette formule se réduire à

$$pdx = qdy = rdz = sdt = \tfrac{1}{4}d\varpi = xdp = ydq = zdr = tds;$$

puis on en conclura

1°
$$\frac{dp}{p}=\frac{dx}{x},\ \frac{dq}{q}=\frac{dy}{y},\ \frac{dr}{r}=\frac{dz}{z},\ \frac{ds}{s}=\frac{dt}{t},$$

par conséquent

(30)
$$\frac{p}{x}=\frac{\varphi}{\xi},\ \frac{q}{y}=\frac{\chi}{\eta},\ \frac{r}{z}=\frac{\psi}{\zeta},\ \frac{s}{t}=\frac{\varsigma}{\tau},$$

2°
$$\frac{1}{4}d\varpi=\frac{\varphi}{\xi}xdx=\frac{\chi}{\eta}ydy=\frac{\psi}{\zeta}zdz=\frac{\varsigma}{\tau}tdt;$$

par conséquent

(31)
$$\frac{1}{2}(\varpi-\omega)=\frac{\varphi}{\xi}(x^2-\xi^2)=\frac{\chi}{\eta}(y^2-\eta^2)=\frac{\psi}{\zeta}(z^2-\zeta^2)=\frac{\varsigma}{\tau}(t^2-\tau^2);$$

Enfin, en ayant égard à l'équation (22) ou, ce qui revient au même, à la formule

(32)
$$\varphi\chi\psi\varsigma=\xi\eta\zeta\tau,$$

on tirera de la formule (31)

(33)
$$\left(\frac{\varpi-\omega}{2}\right)^4=(x^2-\xi^2)\ (y^2-\eta^2)\ (z^2-\zeta^2)\ (t^2-\tau^2).$$

Or, il est facile de s'assurer que, dans le cas où l'on regarde les lettres ξ, η, ζ, ω comme désignant des constantes arbitraires, la formule (33) représente une intégrale de l'équation (28) ou (29). Car on tire de cette formule, en la différentiant par rapport à x, y, z ou t, après avoir pris les logarithmes des deux membres,

$$\frac{2}{\varpi-\omega}p=\frac{x}{x^2-\xi^2},\ \frac{2}{\varpi-\omega}q=\frac{y}{y^2-\eta^2},\ \frac{2}{\varpi-\omega}r=\frac{z}{z^2-\zeta^2},\ \frac{2}{\varpi-\omega}s=\frac{t}{t^2-\tau^2},$$

par conséquent

$$pqrs=xyzt\,\frac{\left(\frac{\varpi-\omega}{2}\right)^4}{(x^2-\xi^2)\ (y^2-\eta^2)\ (z^2-\zeta^2)\ (t^2-\tau^2)}=xyzt.$$

» Si maintenant on veut obtenir l'intégrale générale de l'équation (28),

savoir, la valeur de ϖ qui se réduit pour $t=\tau$ à une fonction donnée $f(x, y, z)$ des trois variables x, y, z, il suffira de poser dans la formule (33)

$$\omega = f(\xi, \eta, \zeta),$$

puis d'éliminer ξ, η, ζ devenues variables entre l'équation

$$(34) \qquad \left[\frac{\varpi - f(\xi, \eta, \zeta)}{2}\right]^4 = (x^2 - \xi^2)(y^2 - \eta^2)(z^2 - \zeta^2)(t^2 - \tau^2),$$

et les trois dérivées de cette équation successivement différentiée par rapport à chacune des trois quantités ξ, η, ζ.

» Si l'équation donnée étant de la forme

$$(35) \qquad pqr \ldots s = xyz \ldots t,$$

renfermait n variables indépendantes, alors en opérant comme dans l'exemple précédent, on verrait l'équation (10) se réduire à

$$(36) \qquad \left[\frac{2}{n}(\varpi - \omega)\right]^n = (x^2 - \xi^2)(y^2 - \eta^2)(z^2 - \zeta^2) \ldots (t^2 - \tau^2).$$

» Si l'équation donnée était de la forme

$$(37) \qquad F(p, q, r, \ldots, s) = 0,$$

alors P, Q, R,..., S seraient seulement fonctions de $p, q, r, \ldots, s$, et de l'équation (20) réduite à

$$\frac{dx}{P} = \frac{dy}{Q} = \frac{dz}{R} = \ldots = \frac{dt}{S} = \frac{dz}{Pp + Qq + Rr + \ldots + Ss}$$
$$= \frac{dp}{0} = \frac{dq}{0} = \frac{dr}{0} = \ldots = \frac{ds}{0},$$

on tirerait

$$p = \varphi, \quad q = \chi, \quad r = \psi, \ldots, \quad s = \varsigma,$$

$$(38) \qquad \frac{x-\xi}{P} = \frac{y-\eta}{Q} = \frac{z-\zeta}{R} = \ldots = \frac{t-\tau}{S} = \frac{\varpi - \omega}{Pp + Qq + Rr + \ldots + Ss}.$$

Alors aussi, pour obtenir l'équation (10), il suffirait d'éliminer $p, q, r, \ldots$

entre les formules (38) jointes à l'équation (37). Ainsi, par exemple, si l'équation (37) se réduisait à

$$(39) \qquad p^2 + q^2 + r^2 + \ldots + s^2 = 1,$$

l'équation (10) deviendrait

$$(40) \quad (\varpi - \omega)^2 = (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + (z - \zeta)^2 + \ldots + (t - \tau).$$

» Dans un autre article je comparerai les résultats des deux méthodes d'intégration exposées, d'une part dans cette Note, d'autre part, dans le *Bulletin de la Société Philomathique* de 1819. Cette comparaison montre qu'il existe entre les fonctions

$$\mathfrak{X},\ \mathfrak{Y},\ \mathfrak{Z},\ldots$$

et les fonctions

$$\mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots$$

des relations qui pourraient encore se déduire des principes établis dans un Mémoire de M. Jacobi, combinés avec les propositions que nous avons obtenues. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les chemins de fer; par* M. SÉGUIER.

« On se rappelle avec douleur que c'est à la rupture de l'essieu de devant de la locomotive à quatre roues qui précédait le convoi, qu'est due la catastrophe à jamais déplorable du 8 mai.

» Parmi toutes les causes possibles de la rupture de cet essieu, celle qui nous semble, à nous, la plus probable, ne nous paraît cependant pas encore avoir été signalée par personne. Nous demandons la permission à l'Académie de lui exposer très-brièvement quelques considérations que nous croyons nouvelles, sur l'effort très-variable que supporte cet essieu pendant son service. Dans une locomotive à quatre roues, la charge est inégalement répartie, les roues motrices supportent les deux tiers du poids total de la machine, les roues libres n'ont à soutenir que l'autre tiers : or ce sont les roues libres, c'est-à-dire les moins chargées, qui marchent les premières: la nécessité dans les constructions actuelles de placer les chauffeurs à portée du tender chargé du combustible exige qu'il en soit ainsi ; pour qu'il en fût autrement et que la voiture pût tirer en entamant le chemin sur les roues motrices, il faudrait l'atteler au convoi du bout opposé; le tender poussé en avant, devrait alors nécessairement ouvrir la marche; mais l'ex-

périence a déjà démontré combien il est dangereux de pousser, à cause des chances de déraillage bien plus grandes dans ce cas que dans celui de la traction.

» Nous disons donc que par la force des choses et l'usage, tout convoi traîné par une locomotive à quatre roues entame le chemin par les deux roues libres de la locomotive, et nous répétons que ces deux roues ne portent que le tiers du poids de l'appareil. Les choses se passaient ainsi le 8 mai.

» Eh bien, nous croyons qu'une des causes les plus naturelles de la rupture de cet essieu est le choc continuel qu'il éprouvait par des pressions extrêmement variables contre les rails, et ici nous développons toute notre pensée; nous prions l'Académie de nous suivre dans notre raisonnement.

» L'effort de la locomotive s'exerce par l'adhérence des roues sur le rail dans un plan tangent à la circonférence des roues motrices; la translation de la machine se transmet au convoi par des points d'attache de la machine au tender, du tender aux waggons, dans un autre plan horizontal placé au-dessus du premier de tout le diamètre des roues; or il résulte de cette disposition des choses la conséquence forcée que le plan dans lequel s'exerce la résistance tend, pendant l'effort, à s'approcher de celui dans lequel s'exerce la traction; c'est-à-dire que toute la masse de la locomotive a une tendance à être renversée en arrière en tournant autour d'un point qui est le centre de la roue motrice.

» De cette tendance il résulte que pendant la translation, l'essieu de devant, déjà moins chargé, se trouve encore déchargé d'un poids égal à la force d'adhérence de la locomotive sur le sol par les roues motrices; disons-le avec l'expression triviale, la voiture a une tendance continuelle à aller à cul; mais si brusquement, et par suite de ces intermittences qui n'arrivent que trop souvent dans les convois, celui-ci, au lieu d'être tiré par la machine, vient à la heurter et à la pousser avec toute la vitesse acquise, non-seulement alors toute la partie de la charge que l'essieu de devant supporte en repos lui est restituée, mais encore il reçoit un choc violent qui est dû à la position même où viendra buter le convoi contre la locomotive; l'effet inverse à celui que nous avons signalé se produit, et l'essieu de devant supporte alors le choc d'une partie de la masse en mouvement du convoi, dans un certain rapport avec l'inertie de la propre masse de la locomotive.

» Nous croyons que ce sont ces alternatives brusques d'augmentation et de diminution de charge, qui ont occasionné la rupture simultanée de cet essieu dans les extrémités du corps à la fois. La seule conséquence que nous

voulons tirer, quant à présent, de ces réflexions, c'est qu'il est possible, en installant le mécanisme différemment sous la locomotive, de convertir les roues de devant en roues motrices, et d'éviter ainsi les inconvénients que nous venons de signaler. Un tel arrangement aurait en outre l'avantage de faire entamer le chemin par les roues qui tirent : on éviterait ainsi d'avoir même une seule paire de roues poussées.

» Les observations que nous avons faites pour expliquer la possibilité d'une rupture, s'appliquent *a fortiori* à la possibilité d'un déraillage, on conçoit combien il faut peu d'effort pour faire sortir de la voie un train de roue qui repose à peine sur elle, qui parfois même peut en être écarté par la résistance du convoi. Nous ne voulons pas pousser plus loin ces réflexions, et nous jeter dans la discussion de la délicate question de savoir si les voitures à quatre roues sont plus ou moins dangereuses que celles à six roues, nous nous bornons à dire que nous croyons qu'il est possible d'atteler les locomotives à quatre roues d'une façon beaucoup plus sûre. Nous communiquerons plus tard aussi, mais à la Commission, comment nous croyons possible, par une application du principe de l'encliquetage rectiligne de Dobo, de trouver, dans le poids même des masses mises en mouvement, le moyen le plus efficace de détruire progressivement leur vitesse acquise; pour aujourd'hui, nous n'abuserons pas plus longtemps de la bienveillante attention de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur les matières grasses de la laine; par* M. CHEVREUL.

« Dans un Mémoire lu à l'Académie il y a plusieurs années, j'ai signalé dans la laine en suint lavée à l'eau distillée, l'existence de deux matières grasses différant l'une de l'autre par la fusibilité. J'ai nommé *stéarérine* celle qui est molle à 45 et bien liquide à 60°, et *élaïérine* celle qui est liquide à 15°. Ces deux matières correspondent, par cette différence de fusibilité, à la stéarine ou à la margarine et à l'oléine des graisses animales; mais j'ai fait observer qu'elles en différaient beaucoup sous le rapport de l'action des alcalis, puisqu'en les tenant pendant 60 heures sur le feu avec le double de leur poids de potasse dissoute dans l'eau, on ne parvenait point à les réduire en savon soluble, comme cela a lieu pour la stéarine, la margarine et l'oléine, mais en émulsion, laquelle, décomposée par un acide, ne paraissait point avoir éprouvé de grand changement, du moins à en juger par sa fusibilité. Mais en insistant sur ces différences, je ne considérai point les résultats de mes expériences comme assez précis pour livrer

mon Mémoire à l'impression, avant d'être revenu sur l'étude de la réaction des matières grasses de la laine et de la potasse.

» Si je ne suis pas en mesure de le faire encore aujourd'hui, par suite d'un accident qui m'a privé de plusieurs décagrammes de stéarérine purifiée, provenant de recherches qui remontent à douze ans, cependant je suis arrivé à des résultats propres à distinguer les matières grasses de la laine de tous les corps gras actuellement connus.

» 1°. La stéarérine et l'élaïérine, digérées pendant 125 heures avec l'eau et le double de leur poids de potasse dans une capsule exposée à l'air, ne produisent jamais de solution, ainsi que cela arrive à la stéarine, à la margarine, à l'oléine traitées de la même manière pendant quelques heures seulement;

» 2°. La stéarérine et l'élaïérine éprouvent cependant un changement notable dans leurs propriétés, mais on ne peut guère s'en apercevoir si l'on n'agit que sur quelques grammes de matière, et surtout si on se borne à observer la fusibilité de matières grasses séparées par l'acide phosphorique de la potasse avec laquelle on les a fait digérer.

» 3°. Mais si l'on distille le liquide aqueux acide d'où la matière grasse a été séparée, ainsi que l'eau avec laquelle cette matière a été lavée, on obtient un *acide volatil* dont l'odeur est celle de l'acide phocénique que j'ai retiré de l'huile de dauphin (1).

» 4°. L'acide volatil à odeur phocénique se développe dans le dégraissage de la laine par le carbonate de soude.

» Je l'ai retrouvé dans le suint que l'eau distillée enlève aux laines surges.

» Cet acide diffère d'un autre acide également volatil, dont l'odeur se retrouve à un haut degré dans le suint. Cet acide se trouve à l'état latent dans plusieurs matières que j'ai extraites de la laine.

» 5°. La *matière insoluble* dans l'eau, séparée par l'acide phosphorique de l'alcali qui a digéré avec l'élaïérine ou la stéarérine, est formée :

» 1°. De deux acides au moins, inégalement fusibles, dont l'un corres-

---

(1) Je compte étudier cet acide comparativement : 1° avec l'acide phocénique, pour savoir si les deux acides sont identiques ou seulement analogues;

2°. Avec l'acide valérianique, qui me paraît, d'après les propriétés qu'on lui a attribuées, avoir de grands rapports avec l'acide phocénique;

3°. Enfin avec un acide provenant de la putréfaction des matières azotées, que j'ai signalé il y a plus de vingt ans, et dont je possède aujourd'hui des sels en cristaux volumineux.

pond à l'acide stéarique ou à l'acide margarique, et l'autre à l'acide oléique; mais ils n'ont pas de caractères distinctifs aussi faciles à reconnaître sous le rapport de la fusibilité, de la cristallisation, etc., que ces derniers.

» Les combinaisons des deux acides des matières grasses de la laine avec les alcalis solubles, ressemblent beaucoup plus aux savons résineux qu'aux savons préparés avec les graisses animales.

» 2°. D'une ou de deux matières grasses neutres, que je n'ai point encore obtenues parfaitement pures.

Conclusions.

» I. Il y a deux matières grasses neutres dans la laine, lesquelles diffèrent par leur fusibilité.

» II. Par la saponification opérée avec le contact de l'air, elles se réduisent :

» 1°. En un *acide volatil* soluble dans l'eau, dont l'odeur et plusieurs autres propriétés rappellent celles de l'acide phocénique;

» 2°. En *deux acides* insolubles dans l'eau, qui ont plus de ressemblance avec les acides dits résineux, qu'avec les acides stéarique, margarique et oléique;

» 3°. En une ou deux matières non acides, insolubles dans l'eau.

Conjectures.

» Si l'air n'a pas eu d'influence dans la réaction de la potasse et des matières grasses de la laine, celles-ci ne seraient-elles pas représentées par trois espèces de corps neutres ?

» Chacune de ces espèces ne serait-elle pas caractérisée par un des trois acides nouveaux que j'ai signalés, qui se développerait par l'action des alcalis, en même temps qu'une matière grasse neutre ?

» Ce rapprochement, s'il est fondé, établirait une relation remarquable entre les corps gras de la laine d'une part, et la cétine d'une autre part. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur la cause de la décomposition des murs et des rochers à diverses hauteurs au-dessus du sol; par* M. **Fleuriau de Bellevue.** (Extrait.)

« J'ai remarqué de tous côtés, particulièrement dans les départements des deux Charentes, des Deux-Sèvres et de la Vienne, ainsi qu'à Paris

même, que les murs des vieilles maisons construites en pierres de taille calcaires sont singulièrement altérés ou cariés à des hauteurs spéciales. Cette altération ne commence, pour l'ordinaire, qu'à un demi-mètre au-dessus du sol, et s'étend communément jusqu'à $3^m,50$ au-dessus de ce point, tandis que le surplus des façades, qui est composé des mêmes pierres, se conserve presque intact pendant plusieurs siècles.

» On ne trouve en général que de faibles exceptions à cet égard, et seulement sur quelques pierres, qui probablement sont de mauvaise qualité, ou qui sont exposées à une action réfléchie des vents d'ouest. Ainsi une bande de 3 mètres à $3^m,50$ de hauteur, élevée d'environ $0^m,50$ au-dessus du sol des rues, se décompose presque toujours beaucoup plus facilement que les autres parties de l'édifice. Je désignerai cette bande sous le nom de *zone d'altération*.

» Les pierres dont il s'agit sont extraites pour la plupart des carrières de craie, mais le même effet a lieu, plus ou moins, sur quelques marbres d'une ancienne origine; enfin, mais beaucoup plus lentement, sur quelques espèces de granites.

» C'est ordinairement au milieu de cette zone, à la hauteur de 2 à 3 mètres au-dessus du sol, que se trouve le *maximum* de décomposition. Là, toute la partie la moins solide du milieu de chaque pierre disparaît jusqu'à une profondeur de 2 à 3 centimètres et parfois bien davantage; les parties les plus spathiques se trouvent plus ou moins en relief, et comme vermiculées, mais avec cette circonstance singulière que la décomposition est bien moindre sur les arêtes de ces pierres de taille que sur le reste de leur surface; le peu de mortier de chaux qui séparait ces pierres ayant disparu avant leur altération, ce sont ces arêtes qui, quoique attaquées alors sur les deux flancs, se trouvent cependant les parties du mur les plus saillantes: les baguettes de sculpture et de faibles moulures même résistent à cette influence plus que le milieu de la pierre.

» Cet effet a lieu quelle que soit l'exposition des façades, et presque autant dans une rue large que dans une rue étroite; seulement il est plus prompt et beaucoup plus remarquable au midi et à l'ouest qu'au nord. Il est en général plus fréquent et bien plus prononcé dans le voisinage de la mer que dans l'intérieur des terres; cependant on en voit aussi des traces suffisamment reconnaissables à Paris même, notamment à la plus ancienne façade du midi de la galerie du Louvre, sur l'aile du couchant de l'Hôtel de l'Institut, à la Bibliothèque du Roi, à l'ancien Hôtel des Finances, et sur beaucoup d'autres édifices.

» Ce n'est pas uniquement près de la terre qu'on observe cet effet, on le voit aussi paraître sur des perrons élevés de plusieurs mètres au-dessus du sol. Je citerai particulièrement les colonnes de l'Hôtel de la Préfecture de La Rochelle, qui sont placées sur un perron de près de 2 mètres de hauteur et soutiennent une terrasse à l'exposition du couchant. Ces colonnes ont été rongées sur 2 mètres et au delà de hauteur, à partir d'un demi-mètre au-dessus du sol du perron, et ont été tellement dégradées, qu'il a fallu, pour les conserver, les revêtir d'une espèce de stuc.

» Des balcons mêmes montrent cet effet, quoique moins fortement et sur une moindre hauteur; on voit entre autres ceux de l'ancien évêché de cette ville, élevés de 7 mètres au-dessus du sol, dont les balustres sont également cariés, tandis que les dalles qui soutiennent ces balustres et les tablettes que ceux-ci supportent sont demeurées presque intactes. Là le mur de façade est aussi altéré vis-à-vis les balustres et à peu près à la même hauteur qu'eux. On voit aussi ce même effet sur quelques parties de murs qui sont supérieures aux grandes corniches des bâtiments, enfin sur ceux qui surmontent des terrasses, même celles des clochers.

» Ce n'est donc pas seulement au-dessus du pavé des rues que cette décomposition se manifeste; elle se montre plus ou moins à une hauteur quelconque, dès qu'une masse de pierres saillantes reçoit de la pluie ou seulement qu'elle peut conserver de l'humidité plus longtemps que les parties verticales, latérales et supérieures à cette masse. Il paraît ainsi que la hauteur de la *zone d'altération* est en quelque sorte proportionnée à la saillie et à l'étendue de cette masse.

» Enfin on remarque encore cet effet même sur les pieds-droits d'anciennes voûtes qui ont quelque élévation, telles que des portes de villes; ces pieds-droits sont cariés, tandis que le plus souvent l'intrados de ces voûtes est demeuré intact.

» Quelle est la cause de cette altération, qui est bien plus considérable encore sur les murs bâtis en certains moellons que sur ceux qui sont en pierres de taille?... Il paraît qu'on ne peut l'attribuer qu'à une action chimique de l'atmosphère analogue à celle qui donne lieu à la formation du salpêtre, action qui ne s'exercerait d'une manière complète et dans toute son énergie qu'à deux ou trois mètres du sol et sur les parties humides de la pierre. Cette dernière condition expliquerait ainsi pourquoi les arêtes des pierres de taille, lesquelles se dessèchent toujours plus promptement que le milieu des surfaces, résistent à cette influence et demeurent souvent en saillie sur les façades très altérées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique. Le nombre des votants est de 30; majorité, 16.

Au premier tour de scrutin,

M. Forbes obtient..........	22 suffrages.
M. Amici.................	3
M. Wheatstone............	2
M. Weber................	2
M. Erman.................	1
M. de Haldat..............	1

M. **Forbes**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq membres, qui sera chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le grand prix de Mathématiques de 1843.

MM. Cauchy, Liouville, Sturm, Poinsot et Duhamel réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Notice sur le tripoli des environs de Privas, département de l'Ardèche; par* M. J. **Fournet**.

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Le plateau de la France centrale renferme différentes formations tertiaires qui n'ont pas été suffisamment étudiées; il faut ranger au nombre de celles-ci, les masses de silice farineuse ou de tripoli dont M. Faujas a reconnu l'existence dans l'Ardèche, près de Roche-Sauve, et dont j'ai retrouvé les analogues chimiques aux environs de Pontgibaud et de Randanne en Auvergne. Ces deux dépôts étant décrits, il est inutile d'y revenir; mais il en est d'autres sur lesquels je n'hésiterai pas à donner de nouveaux détails

qui auront pour résultat de faire mieux apprécier leur importance géologique. Ceux dont je veux parler ici sont surtout développés dans les environs de Privas, au Bartras, à Creysseilles et au mont Charray, près de la route du col de l'Escrinet, et comme j'ai lieu de croire qu'ils se présentent tous avec des caractères analogues, je ne me suis attaché qu'à l'exploration de ce dernier.

» Le dépôt du mont Charray repose visiblement en stratification discordante sur les rampes des étages supérieurs du calcaire jurassique. Il est recouvert lui-même par un lambeau basaltique, et cet ensemble dessine un escarpement très-abrupte, dont on peut saisir tous les détails, à l'exception des parties inférieures, qui, étant masquées par les éboulis, seront passées sous silence dans l'énumération suivante de la série des couches. Celle-ci ne commencera donc qu'en un point dont la hauteur au-dessus du calcaire jurassique, quoique indéterminée, ne peut guère être de plus de 4 à 5 mètres, en sorte qu'il est très-probable qu'aucun fait essentiel ne nous a échappé.

A. Système inférieur. Épaisseur inconnue; on y a foré un puits de $6^m,00$ environ de profondeur sans le traverser complétement; ce travail a fait découvrir les détails suivants de bas en haut.	1°. Couches inférieures inconnues à la base et composées de tripoli au-dessus; 2°. Conglomérat à fragments volcaniques, dont quelques-uns atteignent la grosseur du poing; ils sont mêlés de graviers et sables : le tout est cimenté par la terre tripoléenne; épaisseur $0^m,30$ environ; 3°. Tripoli; 4°. Couche d'ocre de $0^m,10$ à $0^m,20$ d'épaisseur; 5°. Tripoli. La couche d'ocre est à peu près au milieu de la masse du tripoli.
B. Système moyen.	1°. Lignite feuilleté avec une apparence généralement très-bitumineuse, s'exfoliant à l'air et contenant çà et là du bois simplement fossile; puissance $0^m,10$ à $0^m,30$; 2°. Veinule d'argile formant le toît du lignite.
C. Système supérieur. Série de couches de grès brunâtre à grains de moyenne grosseur, les unes	1°. Banc de grès homogène; 2°. Banc de grès schisteux; 3°. Banc de grès homogène; 4°. Silice impure;

massives, les autres schisteuses planes ou contournées. Dans le milieu de cette série se trouve un petit banc de silice impure de $0^{m},10$ de puissance. L'épaisseur totale de ces assises s'élève à 6^{m} environ.

5°. Grès schisteux;

6°. Grès homogène;

7°. Grès à feuillets contournés;

8°. Grandes assises de grès brun massif, contribuant surtout à dessiner l'ensemble de l'escarpement à cause de leur épaisseur; puissance $2^{m},00$;

9°. Masse de grès incohérent dans un état de décomposition kaolinique avancé.

» Au-dessus vient le système basaltique, qui commence par une couche de terre bolaire provenant probablement de l'altération intime des parties inférieures du basalte; elle est suivie par des bancs de basalte rubané et dans un état de désagrégation avellanaire. Enfin vient le basalte supérieur, auquel se trouve associée de la pouzzolane rouge convertie en koalin. Cet ensemble, abstraction faite du basalte, offre donc une puissance d'au moins $16^{m},00$ dont la silice forme à peu près la moitié; c'est sans doute peu de chose en comparaison de l'énorme extension de certaines formations plus anciennes, cependant il n'en donne pas moins lieu à une série de considérations et de détails dignes d'attention.

» Si l'on envisage la forme escarpée de ce dépôt étagé sur la déclivité du calcaire jurassique, on est amené naturellement à penser qu'il a été effectué dans un bassin assez étendu, qui a été morcelé depuis par les courants diluviens dont les traces sont si évidentes dans toute l'Ardèche. Il serait, je crois, difficile de concevoir d'une manière différente sa disposition en lambeau isolé, fixé à une assez grande hauteur au-dessus des profondes vallées environnantes, et il est même assez probable que le dépôt du mont Charray se rattachait dans le principe aux autres dépôts analogues qui se trouvent autour de Privas et autour de Roche-Sauve.

» Quoi qu'il en soit de cette généralisation, qui réclame de nouvelles études, la seule considération du lambeau du mont Charray fait voir que dans ce bassin local, si l'on veut, affluaient des eaux de nature bien différente.

» Les unes provenaient de sources minérales et déposaient chimiquement de la silice; les autres étaient des eaux de rivière et amenaient mécaniquement des cailloux, des sables, des débris végétaux; enfin le tout a été recouvert par une de ces coulées volcaniques si largement étendues sur toute l'Ardèche. Mais la composition des conglomérats inférieurs fait voir que déjà, antérieurement à cette dernière coulée, il y avait eu dans le pays

d'autres épanchements basaltiques plus anciens; en sorte qu'on peut affirmer que la source a existé pendant les dernières périodes des grandes éruptions pyroxéniques qui ont si longtemps agité le sol de la France centrale.

» Les deux grandes subdivisions du dépôt sédimentaire font en outre voir que, dans le principe, les eaux minérales ont joué le rôle principal, et qu'ensuite l'amoncellement occasionné par les eaux fluviales est devenu tel qu'il a en quelque sorte oblitéré complétement l'action chimique. Ainsi donc, à un calme assez profond et prolongé a succédé un grand trouble, et en cela cette formation, quoique pour ainsi dire microscopique, n'en a pas moins été soumise aux mêmes lois d'alternance que nous découvrons dans les grands dépôts des formations plus anciennes.

» Cependant, même durant l'acte du dépôt chimique inférieur, l'affluence des eaux courantes dans le bassin n'était pas annihilée; elle est décélée par les feuilles d'arbres qui sont intercalées, pour ainsi dire, entre chacun des feuillets de la terre; par les conglomérats qui sont renfermés dans sa partie inférieure, et enfin par la structure feuilletée du tripoli. C'est surtout la comparaison de la structure complétement schisteuse du tripoli du mont Charray avec la structure purement amorphe de la farine fossile de Ceyssat, près de Pontgibaud en Auvergne, qui conduit à reconnaître dans la première l'influence d'une eau courante, tendant constamment à façonner des couches, tandis que dans la dernière localité, l'eau minérale, abandonnée tranquillement à elle-même, n'a pu donner lieu qu'à un de ces dépôts confus qui se manifestent dans toutes les précipitations des laboratoires. Le gîte de Ceyssat est d'ailleurs dépourvu de ces feuilles nombreuses qui rendent l'autre si remarquable; il est aussi privé de ce grand amoncellement de débris végétaux qui, réunis en masse à la surface de la silice et comprimés par les grès et par les basaltes supérieurs, ont pu se convertir en lignite bitumineux. On remarquera enfin que l'affluence extraordinaire et finale de portions de plantes a été le prélude du mouvement tumultueux qui a donné lieu à la formation du grand dépôt sableux des grès supérieurs.

» Il est d'ailleurs presque superflu de chercher à démontrer que le dépôt silicieux tripoléen inférieur est le produit de quelques anciennes sources minérales, car ce fait est suffisamment établi par la composition comme par les incrustations des eaux minérales acidules actuelles de la France centrale, et leur examen a depuis longtemps démontré à M. Berthier que le dégagement de leur acide carbonique est constamment suivi de la mise en liberté de la silice et de quelques autres substances minérales qu'elles tiennent en dissolution. Mais à côté de cette modification purement super-

ficielle, occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique, il faut en ranger une autre plus essentielle, en ce qu'elle tient à un changement intime dans la composition même des eaux de la source. Celui-ci est survenu pendant une certaine période, et il se décèle par la surcharge en hydrate de peroxyde de fer qui a produit le banc d'ocre intercalé dans les strates siliceux. Il nous offre une nouvelle preuve à l'appui du fait de variabilité de certaines sources minérales, circonstance dont j'ai déjà donné plusieurs exemples dans une Notice qui remonte à l'année 1829, et c'est ainsi que se généralise de plus en plus un phénomène dont la cause première nous sera d'ailleurs toujours inconnue, parce qu'elle prend naissance dans les profondeurs souterraines.

» L'étude des feuilles conservées entre les feuillets du tripoli des environs de Roche-Sauve a conduit MM. Desfontaines, Lamarck, de Jussieu et Thouin à reconnaître les espèces suivantes :

Fagus castanea, Lin.	*Populus alba*, Lin.
Acer pseudo-platanus, Lin.	*Populus tremula*, Lin.
Acer monspessulanum, Lin.	*Pinus picea*, Lin.
Tilia europœa, Lin.	*Pinus sylvestris*, Lin.

» M. Faujas y a en outre trouvé quelques insectes, et entre autres l'*Hydrophileus Caraboïdes* de Linnée.

» Mon collègue, M. Seringe, a reconnu dans le dépôt analogue et très-voisin du mont Charray, des feuilles qu'il rapporte aux espèces suivantes :

Corylus avellana.	*Persica vulgaris*.
Alnus, espèce indéterminable.	*Acer* (peut-être) *pseudo-platanus*.
Sorbus aucuparia.	*Rhamnus catharticus*.
Carpinus betulus.	*Ulmus*, espèce indéterminable.

» Les espèces indiquées comme douteuses étaient trop fracturées pour permettre un plus grand degré d'approximation.

» Ces restes démontrent que pendant la durée des éruptions volcaniques de la France centrale, la température de l'Ardèche était la même que de nos jours : les conditions atmosphériques se trouvaient dès lors appropriées à l'existence des diverses races humaines; mais il fallait encore que la surface terrestre eût reçu sa dernière façon sous l'action des courants diluviens; car, comme l'a dit Buffon : « L'homme n'est venu prendre le sceptre de la terre » que quand elle s'est trouvée digne de son empire. » Ici je sens à quel point je m'expose en attribuant à des courants diluviens ces actions érosives qui

ont démantelé les roches du pays et encombré le fond de ses vallées avec d'énormes convois de démolitions. Nous ne manquons pas de géologues partisans d'un refroidissement démesuré du globe, qui, appelant au secours la pression des glaciers, entailleront mieux encore toutes ces masses et pousseront devant eux les moraines de leurs débris; prêt à adopter l'idée de ce mécanisme, je ne suis arrêté que par la complication de ses rouages et par la difficulté de trouver de quelle manière ils ont pu fonctionner. Comment ont été amenées sur nos montagnes et étalées sur nos plaines tant d'eaux congelées? Comment ont-elles pu cheminer au milieu de cet hiver intense, tandis que M. de Charpentier nous apprend que dans une pareille saison les glaciers sont parfaitement immobiles? Comment, et par quel singulier hasard enfin, la terre est-elle revenue, après ces froids, exactement à sa température antérieure, ainsi que cela est établi thermométriquement par l'identité des végétaux du tripoli avec ceux de la période actuelle? En un mot, n'y a-t-il pas dans tout cet échafaudage quelque chose de trop en dehors de la majestueuse simplicité de la nature pour que nous dussions soumettre immédiatement notre intelligence à de pareils caprices d'imagination.

» Avant de terminer, je dois encore rappeler que ces terres siliceuses sont douées d'une excessive légèreté; aussi Fabroni et Faujas ont essayé d'en faire des briques susceptibles de flotter sur l'eau. Je me suis aussi occupé de la question en Auvergne, et si jamais il devenait nécessaire de munir nos vaisseaux de ces matériaux si mauvais conducteurs du calorique, on en trouverait les éléments avec abondance dans la France centrale. Au premier aspect, la farine de l'Ardèche est un peu plus dense que celle de Ceyssat; mais cet effet n'étant qu'un simple résultat de la compression qu'elle a éprouvée sous la charge des grès et des basaltes, il suffit, pour la ramener à son état normal, d'une trituration, d'un délayement dans l'eau et d'une décantation.

» En dernière analyse, on doit voir que ce dépôt tertiaire offre un certain intérêt sous le rapport industriel, sous ceux de son mode de formation et des indications qu'il fournit sur les changements qui peuvent survenir dans la composition des eaux minérales; il provoque différentes considérations sur la température de l'époque qui nous a précédés, et sur la question tant débattue des courants et des glaciers; il fait connaître quelques nouveaux chaînons de cette série organique, tant végétale qu'animale, qui rattache notre période à celle des temps anciens; il mérite donc notre attention, et dans une autre occasion nous chercherons à généraliser les

résultats qui surgissent de son étude, en le comparant avec les masses siliceuses contemporaines des éruptions porphyriques. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'embryon des Syngnathes; par* M. DE QUATREFAGES. (Extrait par l'auteur.)

(Commission nommée pour un précédent Mémoire.)

« On sait que les œufs des Syngnathes subissent en général une véritable incubation dans une poche placée à la face inférieure du corps de leur parent (mâle ou femelle), poche qui se fend pour laisser sortir les jeunes entièrement développés. Il n'en est pas tout à fait de même chez la vipère de mer : ici les œufs sont simplement collés contre la paroi externe de l'abdomen et pressés les uns contre les autres de manière à former une espèce de gâteau à cellules hexagonales, dont l'extrémité libre est baignée par l'eau de mer (1). Chacune de ces cellules renferme un petit Syngnathe dont à l'œil nu on ne distingue que les yeux sous la forme de deux points noirs.

» En ouvrant ces œufs on peut observer le jeune Syngnathe, qui continue à vivre pendant plusieurs heures dans l'eau de mer. Cette circonstance, jointe à la parfaite transparence de ces embryons, m'a permis de les étudier avec détail. J'ai examiné successivement : 1° les caractères extérieurs et les téguments; 2° le squelette; 3° les muscles; 4° les organes de la nutrition; 5° ceux de la circulation; 6° le système nerveux et les organes des sens.

» 1°. La forme générale des jeunes Syngnathes est très-différente de celle de l'adulte. Ce qui la distingue surtout, c'est la position de la face, qui, au lieu de se trouver à peu près sur le prolongement de l'axe du corps, est placée bien au-dessous, et de telle sorte que son plan de position soit à peu près parallèle à cet axe, au lieu de lui être perpendiculaire. Il résulte de là qu'à cette époque les Syngnathes ont un angle facial de près de 80° centésimaux, et que la face doit décrire un angle de 100° avant d'occuper sa position normale.

» 2°. L'étude du squelette nous rend compte des faits signalés ci-dessus. Le

(1) Je n'ai vu cette observation consignée nulle part; mais ayant eu occasion de la communiquer à M. Bibron, ce naturaliste m'a dit avoir observé des faits semblables chez plusieurs espèces de Syngnathes, et avoir employé ce caractère comme propre à distinguer une des sous-divisions établies par lui dans la famille des Syngnathes, dans une monographie encore inédite.

crâne présente à cette époque une prédominance très-marquée sur la face. Les os de la mâchoire sont, il est vrai, déjà formés; mais ceux qui doivent entrer dans la composition du museau tubuleux qui caractérise les Syngnathes, n'ont pour ainsi dire pas encore paru: ce sont eux qui, en se développant porteront la bouche en avant et en haut.

» 3°. On ne distingue à cette époque aucun muscle isolé: ceux du tronc forment une couche mince, étendue d'une extrémité à l'autre, et dont les fibres élémentaires présentent les stries transverses qu'on observe chez tous les vertébrés.

» 4°. La sphère vitelline est l'organe immédiat de la nutrition pour les embryons d'ovipares. Elle est très-forte à cette époque chez nos Syngnathes, et l'on distingue très-bien sa double enveloppe. L'externe, toute couverte de pigment, se continue avec les téguments; l'interne se rétrécit et forme un goulot largement ouvert dans un intestin droit et encore imperforé. La matière du vitellus est jaunâtre, opaque, et l'on y distingue un grand nombre de globules d'un aspect oléagineux (*gouttes d'huile* des auteurs allemands).

» 5°. L'oreillette, le ventricule et le bulbe aortique sont très-distincts, placés à la suite l'un de l'autre et séparés par de profonds étranglements. Du dernier partent deux troncs vasculaires latéraux et un troisième médian: celui-ci forme les carotides. Les deux autres se recourbent en arrière, se divisent en quatre branches, qui représentent la petite circulation, et se réunissent presque aussitôt pour aller se rejoindre plus bas et donner naissance à l'aorte. Il résulte de cette disposition que la tête ne reçoit que du sang qui n'a pas traversé les branchies. Cette disposition ne pouvant persister chez l'adulte, il est probable qu'il se forme plus tard des communications entre les veines branchiales et les carotides, c'est-à-dire qu'il se passe ici quelque chose d'analogue à ce qu'on a observé chez les batraciens. Mais pendant la vie embryonnaire la respiration se faisant à la surface du vitellus, tout le corps reçoit le même sang, et de là résulte un développement uniforme dans toute son étendue.

» 6°. Le développement des centres nerveux est en rapport avec celui de la boîte qui les renferme. Le cerveau, les lobes optiques et le cervelet sont très-volumineux; l'œil et l'oreille sont déjà bien formés: le premier présente des dimensions très-considérables; la seconde renferme deux otolytes, qui, à cette époque, ne paraissent renfermer encore aucune trace des sels calcaires.

» En comparant les faits que j'ai décrits avec ce que Carus nous a appris

sur le développement du *Cyprinus dobula*, on trouve que la période pendant laquelle j'ai observé ces Syngnathes correspond à peu près au septième ou huitième jour. »

MÉTALLURGIE. — *Note sur les modifications moléculaires qui se produisent, par l'emploi, dans les pièces de résistance et spécialement dans les essieux, sur la fabrication de ces pièces, et sur les moyens de combattre ces modifications; par* M. **Jules François**, ingénieur des Mines.

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« L'étude directe du travail du fer, combinée avec l'analyse chimique et l'examen microscopique des matières premières et des produits consécutifs, montre que dans la calcination et le grillage des minerais, ainsi que dans la réduction des oxydes métalliques, la liquation des terres *tend toujours à s'opérer* à l'état de *silicate multiple neutre*. Ces silicates neutres sont ordinairement cristallisés, et ils présentent, comme la tourmaline et plusieurs autres substances minérales cristallines, l'excitation et la polarité thermo-magnétique, suivant leur axe de symétrie. Des expériences directes et répétées m'ont assuré que ce fait préexiste à la formation des cristaux, dans la masse métallique en fusion; il préside au groupement des particules de fer à l'état naissant, qui toujours s'opère au voisinage et sur la ligne des pôles des cristaux. J'ai cherché à établir, dans un ouvrage sur le gisement et sur le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées, soumis en ce moment à M. le sous-secrétaire d'État des Travaux publics, que les phénomènes d'agrégation moléculaire que je viens de citer tiennent à des lois constantes, en rapport avec les propriétés thermo-magnétiques.

» Il résulte de mes observations, qu'une masse de fer brut pendant le cinglage, et surtout au moment où elle s'allonge et prend la forme prismatique, accuse une forte excitation magnétique. Si, après le cinglage, on la soumet au recuit, cette excitation s'efface; alors la pâte métallique, vue au microscope, présente une pâte amorphe, vitreuse de silicate neutre d'un blanc légèrement olivâtre, noyant des particules de fer métallique qui, dans leur ensemble, affectent une structure pseudo-réticulaire.

» Mais que, du moment où l'on soumet la pièce de fer à l'une quelconque des actions qui suivent :

» 1°. La trempe, ou un changement subit de température;

» 2°. Une chauffe inégale, ou un soudage suivant la longueur;

» 3°. Les chocs successifs, les frottements de toutes sortes;

» 4°. Les décharges électriques;

» 5°. L'action d'un courant électrique, ou d'une armature aimantée;

» 6°. L'abandon au voisinage de la surface du globe, et notamment dans une position perpendiculaire au méridien magnétique;

» Alors la structure moléculaire subit, suivant l'énergie de ces actions et suivant la température à laquelle on agit, les modifications suivantes.

» La pâte du silicate neutre n'est plus amorphe, la structure des parties métalliques n'est plus pseudo-réticulaire. On observe surtout, suivant l'axe de figure de la pièce de fer, des cristaux bacillaires de silicate neutre. Ces cristaux présentent plusieurs clivages faciles, mais principalement suivant un angle peu incliné sur l'axe du prisme. En outre, les parties métalliques ne sont plus également réparties dans la pâte vitreuse; elles offrent une tendance marquée à se grouper en fuseaux suivant l'axe des pôles des cristaux. Alors la pâte métallique offre un phénomène de cristallisation avec empâtement, analogue, jusqu'à un certain point, au fait de cristallisation rhomboédrique du grès de Fontainebleau.

» Si l'on examine, après emploi, la structure des pièces de résistance, et notamment d'un essieu de malle-poste, ou bien de gros camion, originairement de fer nerveux, on reconnaît bientôt, suivant l'axe de figure, et surtout sur le milieu et à la naissance des fusées, des cristaux bacillaires de silicate empâtant des parties fusiformes de fer métallique, groupées surtout parallèlement à leur axe. De là les phénomènes de structure à facettes que présentent à la rupture les essieux, les arbres de couche, et en général les pièces de résistance.

» Pour les combattre, je me suis attaché :

» 1°. A réduire par un fort ressuage à la houille la quantité relative de pâte vitreuse qui, dans les fers ordinaires, va souvent jusqu'à 0,007 du poids total (1);

» 2°. A lutter contre les forces qui provoquent la structure prismatique et fusiforme suivant l'axe de figure;

» 3°. A détruire ultérieurement toute modification de structure moléculaire, résultant du travail au feu et sous le marteau, par un simple recuit

---

(1) Aussi recherche-t-on pour les essieux, les vieux fers et les riblons dans lesquels la quantité de silicate est généralement moindre que dans les fers ordinaires.

au rouge sombre, dont l'effet immédiat est de ramener la masse vitreuse à l'état amorphe, et de rétablir la structure pseudo-réticulaire dans les parties métalliques.

» Cette dernière opération peut être employée comme remède toujours efficace pour rendre leur solidité primitive, aux pièces dont la texture a été modifiée par l'usage. »

OPTIQUE. — *Recherches expérimentales sur la vision; par* M. DE HALDAT. (Extrait par l'auteur.)

(Commission nommée pour divers Mémoires de M. Vallée sur le même sujet.)

« Comme notre œil nous procure une image distincte d'objets représentés par des rayons parallèles convergents ou divergents, et qu'aucun instrument ne jouit d'une telle propriété s'il n'éprouve des modifications dans l'arrangement de ses parties, on demande quelle peut être la cause d'une si merveilleuse propriété. Telle est la question qui, réduite à son expression la plus simple, forme le sujet de ce Mémoire. Le plus grand nombre des physiciens qui s'en sont occupés, considérant l'œil comme un instrument d'optique, ont pensé que pour donner les résultats qu'on en obtient, il devait éprouver dans l'arrangement des parties qui le composent, des changements analogues à ceux qu'on introduit dans les instruments d'optique. Mais tandis que les uns ont cru trouver la cause du phénomène dans les changements qu'ils supposent avoir lieu dans la forme de la cornée transparente, d'autres l'ont attribuée au déplacement du cristallin.

Ire partie. — *Fonctions de la cornée transparente.*

» L'auteur a d'abord examiné l'hypothèse des variations dans la forme de la cornée et en a montré l'inexactitude dans l'impuissance des muscles que l'on considère comme les agents par lesquels on la suppose opérée. Cette impuissance est prouvée, 1° par l'incompressibilité presque absolue des humeurs contenues dans le globe oculaire et la ténacité des membranes qui les renferment; 2° par l'insertion peu favorable de ces muscles et l'absence complète de point d'appui contre lequel la pression pourrait être opérée; 3° on la tire encore de l'examen de la masse musculaire de ces agents qui représente généralement la force de cette classe d'organes, examen qui ne donnerait à ces muscles qu'une force égale à la pression de 500 grammes

environ, tandis que pour opérer le plus faible changement dans la forme de la cornée d'un œil de mouton, il faut une force égale à 3 kilogr. environ; 4° on tire encore un argument opposé à l'hypothèse des variations dans la forme de la cornée, de la couleur laiteuse qu'elle prend dès que la pression est égale à 1 kilogramme et demi, pression qui n'est que moitié de celle qui est nécessaire pour opérer dans cette membrane la plus faible augmentation dans sa convexité; 5° enfin on lui oppose l'observation directe exécutée au moyen d'une lunette microscopique dont la force amplificative est de 25 en diamètre et dont l'axe dirigé dans la tangente à la convexité de la cornée ne pourrait laisser ses variations de forme inaperçues si elles avaient lieu dans la vision successive d'objets voisins et d'objets éloignés; car en admettant les estimations des auteurs qui les portent de 1 à 2 millimètres, ces variations seraient de 25 à 50 millimètres.

» L'hypothèse des variations de la cornée a été plus directement combattue encore par une expérience qui consiste à recevoir dans la même lunette l'image d'objets réfléchis, comme on sait, par la surface de cette membrane. L'étendue de ces images dépendant de la convexité de cette membrane réfléchissante, il est évident que la constance dans la dimension de l'image prouve la constance dans sa convexité, c'est-à-dire l'invariabilité dans sa forme. Ces images réfléchies ou quelques-unes de leurs parties pouvant toujours être amenées entre les fils de l'oculaire, ce procédé doit être à l'abri de toute illusion.

II[e] partie. — *Fonctions du cristallin.*

» La cornée transparente étant ainsi dépouillée du privilége qui lui était attribué, on a dû, avec tous ceux qui ont antérieurement admis cette opinion, chercher la cause de la vision distincte dans le cristallin qui réunit toutes les propriétés des lentilles de l'art, et de plus en possède une qui la distingue de toutes les constructions de l'optique. L'auteur a dû se livrer à de nombreuses recherches sur sa forme, ses propriétés physiques, etc.; comme il est arrivé jusqu'à présent, elles n'eussent probablement conduit qu'au doute et à l'incertitude, si l'on n'eût soumis ce corps à des expériences directes et qui semblent seules propres à constater ses propriétés optiques. De cet examen il est résulté qu'un cristallin de bœuf bien choisi, employé frais et conservé soigneusement dans sa forme et sa structure organique, concentre les rayons parallèles convergents ou divergents au même foyer, toutefois dans certaines limites pour la direction des rayons lumineux; ce que l'on a constaté en faisant passer un faisceau de rayons solaires de

directions différentes à travers un cristallin adapté à un support convenable. Les résultats obtenus itérativement, soit isolément, soit en présence de personnes versées dans ces questions, semblent ainsi à l'abri d'incertitudes et mettent fin aux controverses si longtemps reproduites.

» On n'a pas examiné l'hypothèse des changements dans la position du cristallin, qui devient nulle d'après sa propriété spéciale établie, et les conséquences de ce Mémoire sont :

» 1°. Que la forme de la cornée transparente étant invariable, elle ne peut influer sur la propriété qu'a l'œil de s'approprier à la direction des rayons divers pour rendre la vision distincte ;

» 2°. Que le cristallin, à raison de sa structure particulière, jouissant de la propriété spéciale de réunir au même foyer les rayons de directions diverses, doit être considéré comme l'instrument principal de la vision. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences sur les résultats de la rupture d'un essieu dans une locomotive à quatre roues.* — Extrait d'une Lettre de M. **Prévost**, administrateur du chemin de fer de Londres à Birmingham, à M. *Delessert.*

(Commission des chemins de fer.)

« L'attention du public s'est portée naturellement sur la question des machines à quatre roues, et un de nos principaux ingénieurs, consulté à ce sujet, a répondu que les machines à cadres extérieurs étaient généralement condamnées dans le pays, et que l'accident arrivé à Paris pouvait être attribué à ce que la machine qui était la première se trouvait être de cette construction. L'opinion de cet expert est que les machines à quatre roues du chemin de Londres à Birmingham sont aussi sûres que celles d'aucune autre espèce employée, et que le seul cas où une machine à quatre roues peut être dangereuse, est lorsqu'elle est en tête d'un convoi avec une machine à six roues derrière elle.

» Une expérience qui vient d'être faite il y a trois jours, sur le chemin de Londres à Birmingham, confirme pleinement notre opinion favorable aux machines à quatre roues avec des cadres intérieurs. Une des machines livrées à cette compagnie il y a quatre ou cinq ans, se trouvait avoir les essieux d'un diamètre moins fort que les autres. Elle fut mise de côté, dans l'intention de changer les essieux avant de la faire travailler. M. Bury, le constructeur, a eu l'idée de s'en servir pour montrer qu'un essieu de devant, c'est-

à-dire non coudé, pouvait casser sans que la machine tombât. Il a donc fait couper cet essieu assez près d'une des roues, pour qu'il ne manquât pas de casser dès que la machine cheminerait. En effet, l'essieu s'est cassé peu après le départ de la machine, attelée à quelques waggons, à Wowerton, mais elle a continué jusqu'à Roade et retour à Wowerton (20 milles en tout), sans qu'il soit rien arrivé. La machine est ensuite partie pour Londres (52 milles) avec une vitesse de plus de 20 milles à l'heure, et elle a amené son convoi sain et sauf. Cependant, à 5 ou 6 milles de Londres, elle est sortie des rails et a couru 200 yards sur les traverses en bois (sleepers) sans tomber. L'ingénieur des travaux était sur la machine.

» Je dois ajouter que M. Stephenson, inventeur des machines à six roues et des cadres extérieurs, a construit récemment une machine perfectionnée, dans laquelle il met le cadre à l'intérieur, et distribue le poids de manière que la troisième paire de roues qu'il conserve, est bien moins essentielle que dans ses autres machines.

» Nous avons trouvé plus dangereux de laisser cheminer des machines seules que d'en atteler deux ou trois au même convoi. On ne part d'aucune station que 15 minutes après le convoi précédent, et les gardes, sur la route, arrêtent les convois qui en suivent un autre à moins de 10 minutes de distance. Enfin, nous mettons à l'amende les mécaniciens qui vont trop vite et qui arrivent trop tôt. Les départs des stations sont fixés à la minute, et l'on ne part pas avant. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les dispositions les plus propres à diminuer la gravité des accidents sur les chemins de fer; par* M. DE PAMBOUR.

(Commission des chemins de fer.)

« Quoique les moyens de diminuer les chances d'accidents sur les chemins de fer aient déjà occupé l'attention de l'Académie dans deux de ses séances, nous croyons utile de lui présenter encore quelques considérations sur ce sujet, qui ne paraît pas suffisamment éclairci.

» Relativement à la question de savoir s'il vaut mieux exécuter les transports par le moyen d'une seule locomotive avec un train léger que par le moyen de deux locomotives avec un train double, on a dit que quand un train est attelé de deux machines, si l'accident arrive à la première, il y aura environ la moitié du train compromise, mais que la seconde moitié ne risquera rien, et sera dans le même cas que si elle avait été conduite sépa-

rément par la seconde machine; et que si l'accident arrive à la seconde locomotive, cet accident, qui aurait été funeste si cette machine eût été seule, n'aura au contraire pas de suites, parce que la machine, étant précédée d'une autre locomotive, se trouvera maintenue par elle sur la voie; d'où résulterait qu'il y aurait avantage à employer les trains à deux locomotives. Il est bien vrai que si l'accident arrive à la seconde machine, il pourra être prévenu ou atténué; mais aussi, si cet accident arrive à la première, il sera beaucoup plus grave que si le train avait été séparé en deux, parce que le choc produit étant en raison du poids remorqué, et celui-ci étant double quand on emploie deux locomotives, il arrivera ce qui a été observé à l'accident de Versailles, c'est-à-dire que les diligences de derrière pousseront celles de devant avec tant de force, qu'elles les empileront les unes sur les autres, et que de simples chocs pourront se trouver transformés en blessures de la plus grande gravité, sans compter que sur une chaussée ou un viaduc la totalité, et non la moitié du train, pourrait se trouver compromise.

» D'ailleurs, l'argument précédent en faveur des trains à deux machines, ne serait valable qu'autant que la réunion de deux locomotives ne produirait pas par elle-même des chances d'accidents qui ne se rencontrent pas dans le cas des deux machines isolées.

» Or, on sait que sur les railways rien n'est plus dangereux que de *pousser* devant soi une ou plusieurs voitures, parce que l'action de pousser des voitures tend à les mettre diagonalement ou en zigzag sur la voie. Si l'on pousse un train avec quelque vitesse, il est extrêmement probable que l'une des voitures sortira des rails, et la chance de cet accident sera d'autant plus grande que l'ensemble des voitures poussées offrira plus de longueur et présentera plus de résistance. D'un autre côté, si deux locomotives sont attelées à la suite l'une de l'autre, il arrivera très-fréquemment que la seconde machine poussera devant elle la première et son tender. Cette circonstance se produira toutes les fois que le feu sera négligé dans la machine de devant, parce qu'elle suspendra alors en partie son tirage, toutes les fois que, par suite des signes de ralentir faits par les ouvriers employés à réparer la voie, le premier machiniste arrêtera l'action de la vapeur, ce que le machiniste de derrière ignore; toutes les fois qu'il se rencontrera sur la route des rails mal posés, ou un croisement de voie, ou qu'on entrera dans une courbe, ou qu'on passera d'une descente à un niveau ou d'un niveau à une montée. Dans tous ces cas, il est clair que la première machine sera partiellement arrêtée, puisque l'obstacle se présentera d'abord à elle. Donc

au même instant cette machine et son tender seront choqués par la machine suivante et pourront être poussés hors des rails. Il est donc clair que l'attelage de deux machines fait naître des dangers qui n'existent pas avec l'emploi d'une seule.

» C'est une cause de ce genre qui, le 2 octobre dernier, produisit, sur le railway de Londres à Brighton, l'accident dont l'Académie a été entretenue dans son avant-dernière séance. J'étais alors à Brighton. Le train était conduit par deux machines. Le second machiniste venait d'arrêter sa vapeur, quand celui de la première machine, apercevant les ouvriers occupés à réparer la route qui lui faisaient signe de ralentir le mouvement, ferma subitement son régulateur. Comme le train était en pleine marche, il n'en fallut pas davantage pour causer l'accident, car le frottement des machines étant trois fois plus considérable, à poids égal, que celui des waggons, il est clair que dès que la vapeur fut arrêtée dans les deux machines, elles commencèrent à résister avec force à l'impulsion du train; et comme elles présentaient un ensemble de quatre voitures, il n'est pas surprenant que l'une d'elles ait été chassée hors des rails sans qu'il y ait eu d'ailleurs aucune autre cause apparente d'accident.

» On dit, il est vrai, que si l'on n'emploie qu'une seule locomotive, il faudra doubler le nombre des départs, et que ce sera doubler les chances d'accidents, tant par un passage plus fréquent sur les croisements de routes ordinaires, *à même niveau que le chemin de fer*, où l'on risque de rencontrer des charrettes ou des animaux arrêtés, que par la possibilité qu'un train ne vienne à rejoindre celui qui le précède. Quant aux passages de routes ordinaires, sans viaduc ou tunnel, ils sont tellement dangereux par eux-mêmes, et indépendamment de tout système de conduite des trains, que la première réforme à faire serait de les proscrire à peu près entièrement, malgré le surplus de dépense qui en résulterait dans la construction des chemins de fer. Les chances d'accident s'y reproduisent à chaque voyage, et l'on peut même ajouter que, sans la rencontre d'un passage de cette espèce, le train du 8 mai aurait pu être arrêté avant la chute de la locomotive. D'ailleurs, si l'existence de ces passages pouvait s'opposer à l'établissement d'une disposition avantageuse en elle-même, ce ne serait qu'un motif de plus pour les exclure des chemins de fer. Quant à la possibilité que les trains se rejoignent en route, comme sur les railways les plus fréquentés, les départs, jours de grandes fêtes exceptés, ont lieu d'heure en heure; si l'on double les départs, les trains partiront toutes les demi-heures. Or, en une demi-heure un train s'éloigne de quatre lieues. Il y a donc un

intervalle suffisant pour que les trains ne puissent se rejoindre, excepté dans le cas d'un accident au train du devant; et si ce cas se présente, l y a des signaux convenus au moyen desquels on peut en prévenir à l'instant dans toute l'étendue de la ligne. D'ailleurs, pour que le machiniste du second train puisse discerner le train qui le précède, sur sa propre ligne, d'un train venant sur l'autre ligne, il suffit de peindre l'avant des machines en blanc, et l'arrière des waggons en rouge. La nuit, la couleur des lanternes remplira le même but.

» Enfin si quelque railway exige des départs tellement fréquents, qu'on n'ait que le choix entre des trains à deux locomotives, qui sont dangereux, et des départs trop rapprochés qui le seraient également, alors qu'on fasse la voie plus large, qu'on lui donne 2 mètres de largeur au lieu de 1.50 mètre; et l'on pourra, avec des locomotives plus puissantes, conduire des trains plus lourds, en laissant entre les départs l'intervalle de temps nécessaire. On y gagnera d'ailleurs de l'économie dans les transports, puisqu'on n'aura qu'un machiniste au lieu de deux, etc. Mais rien ne doit engager à adopter un système dangereux, s'il y a un moyen, quelque dispendieux qu'il soit, de l'éviter, car la sûreté des voyageurs doit l'emporter sur toute autre considération.

» Relativement à la question de savoir quelles sont les locomotives les plus exposées à sortir de la voie, nous ne répéterons pas les raisons déjà données, et qui font voir qu'il y a peu de différence à cet égard, entre les machines à six roues et les machines à quatre roues; mais nous indiquerons en quelques mots un moyen qui pourrait avoir pour résultat d'empêcher les machines à six roues de tomber sur la voie, en cas de la rupture de l'essieu de devant, qui est la seule à craindre dans ces machines quand on donne des rebords aux roues du milieu.

» On sait que dans les machines à six roues, la prépondérance du poids de l'essieu de devant sur celui de derrière est d'environ 2 tonnes, ce qui fait que le devant de la machine tombe dès que l'essieu est brisé et que les roues de devant s'échappent. Si cette prépondérance était, au moment de l'accident, transférée sur l'essieu de derrière, il est clair que la machine ne tomberait pas, et qu'en donnant des rebords aux roues du milieu, la machine pourrait encore continuer son mouvement sur les rails, jusqu'à ce qu'on ait eu le temps d'arrêter le convoi. Or, immédiatement derrière la machine, il y a son fourgon d'approvisionnement ou tender, qui pèse ordinairement 7 tonnes, dont 3.5 tonnes environ sur les roues de devant; mais on pourrait porter ce poids sur les roues de devant à 4 tonnes, en

changeant seulement le chargement. D'autre part, en consultant les figures de locomotives (planche I du *Traité des Locomotives*), où l'on peut reconnaître les distances ordinaires des roues de la machine et du tender, on verra qu'un poids de 4 tonnes sur l'essieu de devant du tender pourrait produire sur l'essieu de derrière de la machine, une pression de 3.12 tonnes. Donc, en assujettissant l'arrière de la machine à l'avant du tender, par une cheville-ouvrière, qui serait indépendante de la barre de jonction accoutumée, et qui aurait un jeu suffisant pour permettre les oscillations ordinaires du mouvement, s'il arrivait que l'essieu de devant se rompît, la machine resterait soutenue sur ses quatre roues restantes, par la prépondérance de la pression de 3 tonnes en arrière, sur celle qui a lieu en avant, et qui est de 2 tonnes diminuées du poids de l'essieu et des parties tombées sur la voie. Nous ne parlons pas de la pression produite sur les roues de devant par l'échappement de la vapeur par la cheminée, parce qu'elle est de peu d'importance en comparaison des poids réels. Ainsi, en donnant un rebord aux roues du milieu, et plaçant en outre, devant ces roues, une garde, comme celle qui existe en avant de la machine, pour écarter les objets qui seraient tombés sur les rails, la machine pourra continuer son mouvement pendant quelque temps sans tomber. Alors, en séparant le train de la locomotive, au moyen du crochet en usage sur le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, on pourra arrêter le train, pendant que la machine continuera de s'éloigner, jusqu'à ce qu'un choc ne soit plus à craindre entre elle et les diligences.

» Pour arrêter le train, après sa séparation de la locomotive, on pourra se servir des freins ordinaires; mais M. Arago nous ayant à ce sujet fait part de son idée d'un frein résultant de la résistance de l'air, nous avons essayé de faire le calcul de l'effet qu'il pourrait produire dans le cas dont il s'agit.

» Les moyens employés jusqu'ici pour arrêter les convois sur les chemins de fer sont de deux espèces : ceux qui servent à arrêter la machine et son tender, et ceux qui servent à arrêter le train lui-même, ou les diligences attachées à la machine.

» Pour arrêter la machine, à la rencontre d'un obstacle imprévu, il y a deux moyens : d'abord arrêter la vapeur et renverser le mouvement, et ensuite enrayer le tender en serrant le frein. Le premier de ces moyens est très-rapide; il produit un frottement énergique de la bande des roues de la machine sur les rails. Le second exige le temps de tourner la manivelle du frein, et fait frotter les roues du tender sur les rails. Ces deux

effets ensemble, ou même l'un des deux, sont capables d'arrêter non-seulement la machine, mais le train qui la suit; car en prenant le poids moyen de la machine et de son tender à 16 tonnes, et évaluant le frottement du fer sur le fer à $\frac{1}{5}$ du poids du corps traîné, on voit que la résistance ainsi créée s'élèvera à 3200 kilogrammes, qui est une force très-considérable sur un railway où les frottements ordinaires sont très-faibles.

» Pour arrêter le train lui-même, on serre les freins des diligences. Ce moyen est plus long que les précédents; il exige le temps de faire entendre le signal d'arrêt aux conducteurs, qui peuvent n'être pas attentifs, et le temps nécessaire pour tourner la manivelle des freins. Mais il est très-puissant, et peut arrêter le convoi en très-peu d'instants, parce que pour un train de 50 tonnes par exemple, il crée une résistance de 10000 kilogrammes, tandis que le train n'exigeant qu'une traction de 2.70 kilogrammes par tonne, ne représente, outre la résistance de l'air, qu'un poids de 135 kilogrammes en mouvement. Ce n'est donc pas l'énergie qui manque aux moyens en usage; mais la rapidité du mouvement qui entraîne le convoi, le temps nécessaire pour serrer les freins, et le sang-froid que cette opération exige dans les conducteurs, en rend l'exécution peu assurée en cas d'accident, et c'est un inconvénient que n'a pas le frein de M. Arago.

» Ce frein consiste en un corps de waggon *à plate-forme,* portant, vers chacune de ses deux extrémités, deux montants à coulisses, entre lesquels tombe une sorte de jalousie en tôle de fer. La chute d'un contre-poids, décroché par un levier à la portée du machiniste, détermine la chute instantanée du rideau, et peut en même temps dételer le train, au moyen du crochet d'attelage mentionné plus haut. Il peut y avoir un waggon semblable en tête du train et un autre derrière.

» Pour se rendre compte de l'effet qu'on en peut attendre, qu'on suppose deux waggons de ce genre portant chacun deux rideaux qui, lorsqu'ils sont développés par la chute du contre-poids, présentent une surface résistante additionnelle de 10 mètres carrés chacun. Qu'on suppose encore, pour prendre un cas moyen, un train de 9 diligences, pesant 45 tonnes et marchant à la vitesse de 50 kilomètres par heure, et qu'il s'agisse de l'arrêter. On détachera le crochet d'attelage, et les deux rideaux de chacun des waggons tomberont. Ce sera donc 40 mètres carrés de surface présentés à l'air. Mais comme, d'après les expériences de M. Thiébault, le second rideau de chaque waggon, en partie masqué, ne produira que les $\frac{2}{3}$ de la résistance du premier, cette surface de 40 mètres carrés se réduira à 33 mètres carrés effectifs. Cette surface, à la vitesse de 50 kilomètres par heure, si elle était

la tête d'un corps prismatique allongé, comme un train ordinaire de waggons, produirait (*Traité des Locomotives*, p. 150 à 154) une résistance de 418 kilogrammes. Mais comme c'est une surface mince, la résistance de l'air augmentera dans le rapport de 1.40 à 1, ou sera de 585 kilogrammes. D'un autre côté, la résistance de l'air contre le train, et le frottement des diligences s'élèvent à la somme suivante :

Frottement des 9 diligences, 45 tonnes à 2^{kilog},70 par tonne.............	122 kilog.
Résistance de l'air contre les 11 voitures, surface effective 15$^{\text{mèt. carrés}}$,40...	196
	318

» Ainsi, dans le moment de la séparation de la machine, la résistance du train en mouvement est de 318 kilogrammes; et à l'instant de la chute des rideaux, elle augmente de 585 kilogrammes, ou devient 903 kilogrammes, qui est le triple du premier nombre. Il se produira donc immédiatement un ralentissement du train, puis en même temps les conducteurs commenceront à serrer les freins ordinaires des diligences, et le train, ralenti d'abord, pourra être arrêté sans choc.

» Cela posé, reportons-nous à ce qui a été dit plus haut au sujet des locomotives à six roues, et supposons que dans un accident semblable à celui du 8 mai, l'essieu de devant de la machine vienne à se rompre, et que les roues s'échappent. Dès que cette rupture aura lieu, le machiniste s'en apercevra aux oscillations de la machine, qui tendra à soulever le tender. Qu'au même instant donc il appuie sur le levier du frein, et détache ainsi à la fois le crochet d'attelage et fasse tomber le frein, en laissant toujours courir la machine, et arrêtant seulement en partie la vapeur; il se produira immédiatement un intervalle entre la machine et le train. Celui-ci, soumis auparavant à une résistance de 318 kilogrammes, en supportera instantanément une de 903 kilogrammes, en frappant contre l'air qui est un corps élastique. Son mouvement se ralentira donc aussitôt, sans cependant créer un choc dangereux, comme celui qui pourrait résulter de l'enrayage simultané de toutes les diligences. En même temps, les conducteurs auront le temps de serrer les freins pendant que la machine s'éloignera, et le convoi s'arrêtera sans catastrophe. Il est à remarquer, du reste, que la fuite de la machine est tout aussi nécessaire à la sûreté des machinistes qu'à celle des voyageurs, car si les machinistes arrêtaient la machine, ils seraient écrasés par le train.

» Nous croyons donc que ces moyens pourront faire éviter des accidents, et il semble en effet que ce n'est pas en arrêtant subitement le train et la machine, mais en faisant au contraire continuer la machine et ralentir le train, qu'on pourra empêcher les accidents de se produire. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Défense des locomotives à quatre roues;* deuxième partie. — Note de M. **Mamby.**

(Commission des chemins de fer.)

« Dans les discussions qui occupent le public sur la sécurité relative des machines à quatre et à six roues, on s'est plu à confondre sous la dénomination générale de machines à quatre roues, un système depuis longtemps abandonné, qui consiste en quatre roues maintenues par un châssis extérieur (que nous avons été les premiers à condamner), avec le système que nous avons adopté, qui est celui à châssis intérieur.

» Pour poser la question sous son vrai point de vue, nous nous décidons à offrir quelques détails sur l'histoire de la machine à vapeur appliquée aux chemins de fer, et à exposer les raisons qui, après la longue expérience d'une carrière exclusivement dévouée à la construction de locomotives et à l'organisation de leur service, nous ont conduits à préférer les machines à quatre roues avec le châssis intérieur à tous les autres systèmes que nous ayons vu mettre en pratique.

» Le chemin de fer de Liverpool à Manchester fut le premier à faire usage de la vapeur comme moteur pour le transport des voyageurs avec grande vitesse, et la première machine locomotive fut construite pour cette belle et grande entreprise, en 1828. Étant à six roues, cette machine néanmoins ne réunissait par tous les suffrages. Une prime de 12 500 francs fut offerte par les administrateurs pour le meilleur système de machine locomotive, et, après des essais réitérés, elle fut accordée à une locomotive à quatre roues.

» Toutes les locomotives à quatre roues de cette époque avaient leurs châssis à l'extérieur (comme le Mathieu-Murray), et fonctionnèrent ainsi sur le chemin de fer de Liverpool à Manchester pendant quatre à cinq ans sans donner lieu à d'autres objections que celle d'une perte considérable en conséquence des fractures réitérées d'essieux. On fit plus tard des essais dans le but de démontrer qu'une grande économie de combustible résulterait de l'adoption d'une plus grande boîte à feu, mais cette partie de la machine devint si lourde, qu'il fallait la supporter, et l'on en revint à se servir du troisième essieu auquel on avait renoncé comme étant très-nuisible au bon fonctionnement des locomotives sur les courbes. Jusqu'alors les constructeurs de locomotives n'avaient aucun système de fabrication à eux, ils étaient tenus de se conformer aux plans des ingénieurs des compagnies, et n'en-

traient pas dans l'examen des avantages du système de construction qui leur était commandé. C'est à cela que nous attribuons que les machines locomotives furent pendant plusieurs années construites presque universellement avec les châssis en dehors des roues, avec la grande boîte à feu et avec les six roues.

» Nous eûmes l'avantage d'être les premiers à faire introduire dans la construction des locomotives le système à quatre roues combiné avec le châssis intérieur, l'axe coudé et les cylindres placés dans la boîte à fumée, système au moyen duquel on évite les défauts inhérents aux six roues et surtout aux châssis extérieurs. La première machine faite sur ces principes sortit de nos ateliers en 1829, avant l'époque de l'ouverture définitive du chemin de fer de Liverpool à Manchester. Depuis que les avantages de notre système se sont fait connaître, plusieurs modifications ont été faites aux anciennes locomotives à six roues, et nous voyons avec satisfaction que dans le dernier perfectionnement d'un de nos célèbres ingénieurs, notre système de châssis intérieur a été adopté et la grande boîte à feu supprimée.

» Ayant donné cet apperçu de l'histoire des divers systèmes de locomotives, il nous sera permis d'expliquer les motifs qui nous ont fait tenir avec autant de persévérance à notre système de machines, qui consiste :

» 1° En quatre roues au lieu de six;

» 2°. A placer le châssis en dedans des roues et immédiatement au-dessous des chaudières;

» 3°. A n'avoir que deux portées sur l'axe coudé au lieu de cinq ou six;

» 4°. En une boîte à feu ronde et sans garniture, au lieu d'une boîte à feu carrée avec des garnitures qui empêchent la circulation de l'eau et diminuent le pouvoir d'évaporation;

» 5°. En un arrangement beaucoup plus simple de la machine proprement dite.

» Ce système a, suivant nous, l'avantage d'être plus fort et moins sujet aux accidents, d'avoir moins de tendance à sortir de la voie sur les courbes, de consommer moins de combustible et de demander moins de réparations que le système à six roues avec châssis extérieur.

» Pour prouver ces différents points, nous ne pouvons mieux faire que de donner l'extrait suivant du Mémoire lu à l'Institut des Ingénieurs, le 17 mars 1840, et publié dans leurs *Transactions*. Il contient l'exposé de notre raisonnement, et l'expérience de la dernière année nous en a confirmé l'exactitude.

Extrait des *Transactions de l'Institut des Ingénieurs civils*, 1840, p. 305.

« Dans la construction d'une locomotive, après une bonne chaudière » d'où dépend la formation économique de la vapeur, le châssis est, sans » contredit, la partie à laquelle on doit apporter le plus de soins; il doit, » par un assemblage solide et bien entendu, lier ensemble toutes les parties » de la machine, les maintenir dans leurs positions relatives, et recevoir, » sans en souffrir, tous les chocs auxquels elles sont exposées. Sous ces » points de vue, le châssis intérieur possède un grand avantage sur le » châssis extérieur, en ce qu'il forme un assemblage plus direct entre le » cylindre, les coussinets des essieux et toutes les parties d'où dépend le » mouvement, et par conséquent supporte immédiatement tous les efforts » de la machine sans les rejeter sur la chaudière, ainsi que cela a lieu avec » le châssis extérieur. Pour donner plus de clarté à ces observations, nous » allons premièrement examiner les efforts auxquels le châssis est appelé » à résister.

» L'effort le plus grand est celui causé par toute la force de la machine, » agissant directement sur la manivelle, quand il passe les points du centre. » Avec le châssis intérieur la distance du centre des coussinets où l'axe est » supporté dans le châssis, au centre de la bielle où l'effort a lieu, n'est » que de 10 pouces, et la distance totale entre les centres des deux coussinets est de 43 pouces et demi; mais quand le châssis est placé en dehors » des roues, ces dimensions deviennent de 20 pouces et 72 pouces respectivement, l'action de l'effort sur l'essieu est proportionné à ces distances entre les points d'appui et les points d'application de la force, » la tendance à la rupture serait donc avec les châssis extérieurs comparativement aux châssis intérieurs, comme 18 : 14 environ. Par cette » raison, lorsque le châssis principal est placé en dehors des roues, on a » trouvé nécessaire d'en ajouter d'autres en dedans pour empêcher la rupture continuelle de l'axe coudé. Ces châssis intérieurs additionnels » causent non-seulement plus de frottement à l'essieu, mais produisent » un effort très-préjudiciable à la chaudière dont on est obligé de se servir pour rendre les deux châssis solidaires entre eux; ainsi les châssis » intérieurs sont liés par leurs extrémités à la boîte à feu et à la boîte à » fumée, tandis que le châssis extérieur est lié au corps de la chaudière.

» La circonstance de la nécessité des châssis intérieurs comme auxiliaires » du châssis principal (ce qui occasionne cinq ou six portées sur un essieu » de 6 pieds de long), devrait suffire pour faire condamner ce système, car

» tous les praticiens savent qu'il est impossible d'ajuster et de maintenir
» six portées parfaitement en ligne quand la machine fonctionne; mais
» quand même on pourrait arriver à ce degré de précision, la somme du
» frottement sur les coussinets intérieurs serait beaucoup plus grande que
» s'il était concentré sur deux coussinets seulement, parce que, dans le
» premier cas, tout le frottement dû au poids de la chaudière est porté en
» entier sur les deux coussinets extérieurs (car les autres coussinets peuvent
» voyager verticalement dans des coulisses), et le frottement dû à l'effort
» de la machine qui est transmis par la bielle, est exclusivement rejeté sur
» les coussinets intérieurs, la pression sur les coussinets extérieurs est
» verticale, et la pression moyenne sur les coussinets intérieurs est presque
» horizontale, de sorte que quand les deux forces agissent simultané-
» ment et sur les mêmes coussinets, au lieu d'avoir la somme du frotte-
» ment dû aux deux pressions, on n'a que le frottement dû à la résultante
» de ces deux pressions.

» Une autre des forces qui tendent à occasionner la fracture des es-
» sieux, résulte de la pression et même du choc qui a lieu entre le rebord
» des roues et les rails, lorsque la locomotive passe d'une ligne droite sur
» une courbe; lorsque les coussinets sont au dedans des roues, cette force
» tend à courber l'essieu, et le poids de la chaudière tend à le faire plier
» en dos d'âne, de telle sorte que ces deux forces agissant en sens con-
» traire, tendent à se détruire. Quand au contraire les coussinets sur les-
» quels vient se porter le poids des chaudières sont en dehors des roues,
» alors l'effort qui a lieu contre le rebord des roues agit dans le même
» sens que le poids de la chaudière, et ils tendent ensemble à briser
» l'essieu : mais supposant l'essieu brisé dans les deux cas, alors la loco-
» motive qui aura le châssis à l'extérieur sortira de la voie, car le poids
» de la chaudière sur le coussinet tend à plier la roue sous la machine,
» et il n'y a pas de rebord à l'extérieur qui retienne la roue sur le rail;
» avec le châssis intérieur, le poids de la chaudière force le rebord de la
» roue contre le rail qui la retient.

» Sur le chemin de fer de Londres à Birmingham, où l'on emploie
» exclusivement des machines à quatre roues et à châssis intérieur, il est
» arrivé plusieurs fois que l'axe ayant été rompu, non-seulement les roues
» ont gardé les rails, mais encore le conducteur a pu faire marcher sa
» machine jusqu'à la station la plus rapprochée (1).

---

(1) M. Charles Hood, dans les lettres qui ont été publiées dans le *Railway's Times*,

» La rigidité du châssis intérieur n'a pas le seul avantage de diminuer » l'usure et les frais de réparation; mais, par la manière peu compliquée » dont elle assemble toutes les parties de la machine, elle permet au » mécanicien conducteur d'examiner toutes les parties de la machine » sans quitter la galerie où il se tient, et aussi de s'apercevoir des causes » de dérangement. Il est évident que la boîte à feu circulaire présente » beaucoup d'avantages sur celle qui est carrée, offrant d'abord beaucoup » plus de force et de sécurité, étant formées de courbe d'égale résis- » tance dans presque tous les sens, tandis que la boîte à feu carrée ne » résiste qu'en raison des nombreuses armatures dont elle est garnie; » d'autre part, dans les coins du foyer, la combustion est tellement lente, » qu'elle est comparativement inutile. Le bouchon en plomb est placé » au sommet du dôme de la boîte à feu circulaire, et par sa position fon- » dra avant qu'aucune autre partie soit à sec; et comme les tubes les » plus élevés sont placés à 2 ou 3 pouces au-dessous de ce bouchon, il » est évident que le feu du foyer serait éteint avant que les tubes ne fus- » sent détériorés, tandis que dans une boîte à feu carrée, dont la partie » supérieure est plane, le rivet de plomb ne fond pas avant que toute la » surface ne se trouve à sec et fortement détériorée.

» On admet de toutes parts qu'une machine locomotive doit être aussi » légère que possible, sans pour cela perdre de vue la solidité que son » usage exige; il faut aussi qu'elle soit simple dans sa construction et » composée de peu de pièces, afin d'éviter le frottement qu'occasionne » toujours une grande complication de parties souvent nuisibles; sous tous » ces points de vue, le système à quatre roues est préférable à celui à six » roues, si elles portent la machine avec autant de sécurité.

---

en traitant des locomotives à six et à quatre roues (2 avril 1842, page 372), démontre ceci parfaitement et ajoute : Il n'est jamais arrivé qu'une locomotive à quatre roues et à châssis intérieur soit tombée ou ait quitté les rails par suite d'un axe cassé. Dans tous les cas où il y a eu fracture d'essieux dans ce genre de machine, ils ont continué à fonctionner en parfaite sécurité jusqu'à la prochaine station.

Il est même arrivé qu'une machine ayant son axe coudé brisé, a continué à mener le convoi à une distance de 7 milles.

Lorsqu'au contraire, dans une machine à châssis extérieur et à six roues, il y a un essieu cassé, elle devient incapable de fonctionner, et la facilité avec laquelle les essieux se brisent dans ce genre de machine nous fournit trop souvent l'occasion de nous en convaincre.

» L'origine des six roues est due à la nécessité de supporter les grandes » et lourdes boîtes à feu, dont le poids approchait quelquefois de celui » de la boîte à fumée; mais dans le système que le chemin de Londres à » Birmingham a adopté, cette nécessité n'existe pas, car le poids est divisé » également sur les roues de devant et sur celles de derrière, et non-seu- » lement l'emploi de deux roues additionnelles deviendrait inutile, mais » causerait un grand préjudice aux machines, surtout lorsqu'elles marchent » sur des courbes.

» Les machines à quatre roues, lorsqu'elles sont sur une courbe, ten- » dent naturellement à en suivre la tangente. Mais les roues sont coni- » ques, le plus fort diamètre de leur cône monte sur le rail extérieur, » tandis que le petit diamètre de la roue opposée porte sur le rail inté- » rieur, et cette différence entre la circonférence des roues correspond à » peu près à la différence de longueur entre les deux rails, et permettra » aux roues de faire leurs révolutions sans glisser ni frotter fortement » contre les rails.

» Dans une machine à trois essieux, ceci n'a lieu que pour la première » paire de roues, la position des autres étant dictée par le châssis qui les » maintient. Une considération plus grande encore, c'est que l'angle que » fait la ligne du centre de la locomotive, qui représente la direction dans » laquelle elle marche, avec la tangente de la courbe sur laquelle elle se » trouve, et qui représente la direction dans laquelle elle tend à aller, est » beaucoup plus forte dans la machine à six roues que dans celle à quatre » roues, de sorte que dans cette première, le rebord de la roue presse avec » plus de force contre le rail que dans la seconde. La force qui pousse la » roue contre le rail extérieur provenant de cette cause, se trouverait en » proportion directe avec la distance qui est entre l'axe de devant et celui » de derrière de l'une ou de l'autre machine. Ainsi la première, comparée » à la seconde, serait comme 10 : 6. Cette pression et ce frottement sont » encore augmentés par les roues du milieu, qui ont une tendance à passer » sous la même courbe que les roues de devant et de derrière; mais elles » sont maintenues par le châssis, qui leur fait prendre un mouvement laté- » ral entre la corde et la circonférence de la courbe, ce qui pousse encore » avec plus de force la machine contre le rail extérieur. Ainsi, dans la lo- » comotive à quatre roues, le poids est mieux distribué sur les axes, elle a » moins de tendance à sortir des rails quand elle voyage sur des courbes, » elle est plus simple dans sa construction, et par conséquent nécessite » moins de frais d'entretien et de réparation, et elle coûte moins cher que

» la locomotive à six roues : tous ces avantages justifient assez la préférence » que lui ont accordée les administrateurs de plusieurs chemins de fer. »

» A l'époque où ce Rapport fut lu à l'Institut des Ingénieurs civils, la locomotive à quatre roues était peu appréciée, parce qu'on s'imaginait, sans examiner la question, que la sûreté d'une locomotive était en rapport avec le nombre de ses roues. Depuis ce temps, nos opinions ont acquis beaucoup de partisans, et nous sommes heureux de pouvoir dire que les grands avantages du châssis intérieur, que nous avons tant préconisés, sont admis aujourd'hui par ceux de nos concurrents qui ont le plus d'expérience.

» L'expérience et le raisonnement s'accordent à prouver que toutes fois que l'axe d'une machine à châssis intérieur se brise, elle ne sort pas de la voie et qu'il n'en résulte aucun accident.

» A l'égard des autres accidents auxquels l'exploitation d'un chemin est sujette, la locomotive à quatre roues présente beaucoup moins de danger que celle à six roues; ces accidents, soit qu'ils proviennent de déraillement, soit de la rencontre d'éboulements sur la voie, se résument dans l'arrêt plus ou moins brusque du convoi, et tout le mal qui s'ensuit dépend de la violence du choc occasionné par cet arrêt.

» La violence du choc serait en proportion du poids total du convoi multiplié par la vitesse si l'on supposait l'arrêt instantané; mais comme ceci n'a jamais lieu, le choc devient proportionné à la résistance qui s'oppose à la marche du convoi: ainsi, qu'un train rencontre une voiture légère sur un passage de niveau, la résistance est faible et le choc peu important; si au contraire il provient du déraillement ou de la chute de la locomotive, le choc est très-violent, car alors c'est la locomotive elle-même qui arrête le convoi, et elle l'arrêtera d'autant plus brusquement qu'elle sera lourde: le poids moyen des locomotives à quatre roues étant de 9000 kil., tandis que le poids moyen de celles à six roues est de 14000 kil., la violence du choc dans le cas d'accident serait avec l'une ou l'autre en proportion de leur poids. Mais les faits entraînant la conviction mieux que le raisonnement, nous avons joint à cette Note un tableau des accidents arrivés sur les chemins de fer d'Angleterre depuis le mois d'août 1840 jusqu'au commencement de cette année. On y remarquera les résultats suivants :

	Nombre de locomotives.	Nombre d'accidents.
Accidents arrivés aux compagnies qui se servent exclusivement de locomotives à quatre roues................	179	28
Accidents arrivés aux autres compagnies	676	169
	855	197

» C'est-à-dire que les accidents avec les locomotives à quatre roues sont aux accidents avec les locomotives à six roues comme 15 à 24, et si nous avions les données nécessaires pour comparer les accidents avec le montant des recettes ou avec les distances parcourues, nous démontrerions qu'ils ne sont pas la moitié aussi fréquents avec les locomotives à quatre roues qu'avec celles à six roues, car sur le chemin de fer de Londres à Birmingham, qui fait un cinquième de la totalité des recettes des chemins anglais, il n'y a eu qu'un accident au lieu de 40 qui seraient sa part, et sur le chemin de Manchester à Bolton et Bury il n'y en a pas eu du tout.

» La plus grande sécurité n'est pas le seul avantage que nous réclamions pour notre système; il est encore :

» 1°. Moins coûteux: les locomotives à quatre roues et châssis intérieur sont presque 30 pour 100 meilleur marché que celles à six roues, et les ponts tournants, hangars et ateliers de réparation doivent être bien moins importants avec notre système;

» 2°. Il consomme beaucoup moins de combustible: ainsi le chemin de fer d'Édimbourg à Glascow a récemment reçu douze de nos locomotives et douze locomotives à six roues d'un des meilleurs fabricants de ce système, dans le but de constater leur économie respective: les consommations des machines à quatre roues comparées à celles à six roues ont été comme 20 : 35.

» Sur le chemin de Londres à Birmingham, d'après la moyenne d'une année, pour transporter 1000 kilog. à un kilomètre, on consomme 0,21 kil. de coke;

» 3°. Les frais de réparation sont beaucoup moins onéreux. Leur plus grande simplicité le démontre du reste; mais comme document intéressant nous ajoutons une table des frais d'entretien sur le chemin de Londres à Birmingham, comparativement au service que les locomotives ont fait.

	MOYENNE de 3 ans.	RÉPARTI SUR LES LOCOMOTIVES AYANT PARCOURU				
		Moins de 16000 kil.	Plus de 16000 et moins de 32000.	Plus que 32000 et moins de 48000.	Plus de 48000 et moins de 64000.	Plus de 64000 et moins de 90000.
Par kilomètre parcouru. .	fr. 0,232	fr. 0,095	fr. 0,165	fr. 0, 26	fr. 0,243	fr. 0,250

» On voit que les réparations la première année ne s'élèvent pas à 10 centimes par kilomètre, et qu'au bout de deux ans elles se montent à 25 centimes pour un nombre d'années quelconques, car on les entretient toujours dans un état de réparation parfait.

» 4°. L'adhésion entre les rails et les roues est plus parfaite qu'avec les machines à trois essieux, car avec ces dernières le poids sur les roues motrices varie avec chaque inégalité du chemin et à chaque jeu de ressorts; la machine absorbe beaucoup moins de sa force pour varier son propre frottement, et enfin il résulte de ces faits une bien plus grande régularité de service : ainsi, dans un relevé fait récemment à l'administration des postes, le chemin de Londres à Birmingham n'a eu qu'un seul retard, tandis que le Great-Western (que les partisans des locomotives à six roues citent comme un chemin modèle) en a eu quinze. »

L'Académie reçoit vingt-trois autres communications relatives à *divers moyens imaginés pour diminuer les dangers des chemins de fer,* et adressées par MM. **Aubert**, colonel d'artillerie; **Aubert**, ingénieur; **A. Blum**, **Bourdon**, **Brunier**, **Buessard**, **Cat**, **Chevallier**, **Gibus**, **Henri**, **Larue**, **Leroy d'Étiolles**, **Martin**, **Pédretti**, **Plaut**, **Pussieux**, **Serveille**, **Sorel**, et par trois anonymes.

Toutes ces communications sont renvoyées à l'examen de la Commission des chemins de fer.

M. **Paret** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « *De la chaleur animale; nouvelles considérations et faits remarquables qu'elle présente.* »

(Commissaires, MM. Becquerel, Babinet, Despretz.)

M. **d'Archiac** adresse un Supplément à son Mémoire sur la *formation crétacée des versants S.-O. et N.-O. du plateau central de la France.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. l'abbé **Vidal Brossard** présente un travail ayant pour titre : « *Observations sur les instruments employés par l'administration et le commerce, pour reconnaître la richesse alcoolique des liquides spiritueux.* »

(Commissaires, MM. Babinet, Despretz, Francœur.)

M. **Chaufard** adresse une Notice sur un *bitume composé* qu'il propose de substituer au brai ou goudron employé communément pour le calfatage des navires, et qui aurait sur cette dernière substance l'avantage de ne point couler par les temps chauds, et de ne pas devenir fragile dans les temps froids. A cette Notice est joint un échantillon du bitume composé et un morceau d'une toile à voile en coton, rendue imperméable au moyen de ce bitume. M. Chaufard adresse en outre divers certificats relatifs aux bons résultats que l'on a obtenus de l'emploi des toiles de coton pour la voilure.

(Renvoi à la Commission nommée pour une précédente communication sur les toiles à voile en coton.)

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie un *microscope* construit par M. *Lerebours*, et garni de lentilles achromatiques d'une très-petite distance focale exécutées par M. *Nachet*. Une de ces lentilles a été travaillée sur un bassin de un demi-millimètre de rayon.

(Commissaires, MM. Arago, Pouillet, Milne Edwards, Babinet.)

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie un *baromètre portatif* construit suivant un nouveau système par M. **Tavernier**.

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Babinet.)

M. **Mareschal** adresse des additions à la Notice qu'il avait précédemment présentée sur quelques questions relatives au *système métrique*.

(Commission précédemment nommée.)

M. **Muzzio Muzzi** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de l'examen d'une Notice qu'il a présentée sur les *moyens de diriger les aréostats*.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Durand** adresse une demande semblable pour une Notice relative à diverses questions de *physique générale*.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Nonat** adresse plusieurs pages d'écriture tracée avec une *encre* de sa composition qu'il croit propre à prévenir les tentatives de faux et dont il ferait connaître la composition si le résultat des expériences était tel qu'il l'espère.

(Renvoi à la Commission des encres et papiers de sûreté.)

CORRESPONDANCE.

M. **Milne Edwards** met sous les yeux de l'Académie une corne dont M. **Roulin** vient de faire don au Muséum d'Histoire naturelle, et qui provient du bœuf Gour (*Bos gaurus*), espèce sauvage des régions montagneuses de l'Hindoustan. Cette corne, d'un gris jaunâtre et lisse dans ses deux tiers supérieurs, est très-rugueuse dans le tiers inférieur. Mesurée suivant sa courbure extérieure, elle a de longueur 75 centimètres; sa base, qui est ovale ou plutôt triangulaire, avec les angles fortement arrondis, a de contour 45 centimètres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles combinaisons chlorurées de la naphtaline, et sur l'isomorphisme et l'isomérie de cette série; par* M. **A. Laurent.**

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur d'envoyer à l'Académie, il y a deux ans, j'ai annoncé, pour la première fois, que je venais de découvrir que quelques composés dérivés de la naphtaline étaient isomorphes entre eux; mais j'ai signalé en même temps plusieurs anomalies à la loi que j'avais cherché à établir, et dont voici l'énoncé : Lorsqu'un composé change un nombre quelconque d'équivalents d'hydrogène contre le même nombre d'équivalents d'un corps négatif, comme le chlore, le brome, l'acide hypo-azotique, etc..., les nouveaux composés sont isomorphes avec celui qui leur a donné naissance.

» En cherchant la cause de ces anomalies, j'ai découvert une vingtaine de nouvelles combinaisons chlorurées de la naphtaline, et une série de faits qui me paraissent être très-singuliers et très-intéressants.

» Pour mieux exposer ces faits, je donnerai d'abord un tableau de toutes les combinaisons que j'ai trouvées.

» L'ancienne nomenclature que j'ai donnée ne suffisant pas pour un

aussi grand nombre de corps, voici celle que j'ai adoptée; elle indique le nombre et l'arrangement des atomes.

» Le nom de tout hydrogène carboné est terminé en *um :* ainsi je dis *naphtum* au lieu de naphtaline.

» Lorsque le chlore, le brome, l'acide nitrique, l'acide sulfurique agissent sur le naphtum, l'hydrogène est tantôt enlevé, tantôt non. Il peut être enlevé avec substitution équivalente, ou remplacé par une plus petite ou une plus grande quantité que son équivalent.

» Lorsque la substitution est équivalente, le nom est terminé par *ase, èse, ise, ose* et *use*, s'il y a 1, 2, 3, 4 et 5 équivalents d'hydrogène enlevés; par *ane, ène, ine, one* et *une* lorsqu'il y a $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{7}{2}$, $\frac{9}{2}$ équivalents d'hydrogène enlevés; pour des nombres plus grands je dis :

alane, alase, aline, alise, etc....
$\frac{11}{2}$, 6, $\frac{13}{2}$, 7.

» Le chlore et le brome peuvent entrer ensemble dans un même composé; je dis alors chlor*a*-bronaphtise, chlor*é*-bronaphtose, ou brom*a*-chlonaphtise, brom*é*-chlonaphtose, suivant que le chlore ou le brome est entré le premier dans la nouvelle combinaison; chlor*a* indiquant 1 équivalent, chlor*é* 2 équivalents de chlore, etc...

» Je représente Az^2O^4 par X, et SO^2 par S.

» Il existe un grand nombre de composés isomères: je les distingue par les lettres *a, b, c, d,* etc...

» Les mêmes lettres indiquent que les corps sont isomorphes, et les lettres *x, y* que la forme du composé n'est pas encore déterminée.

» Le premier tableau renferme les corps dérivés du naphtum par substitution régulière;

» Le second ceux qui en dérivent irrégulièrement, mais qui renferment un radical qui en dérive régulièrement;

» Le troisième ceux qui n'ont plus aucun rapport avec le naphtum.

I. Naphtum........................		$C^{40}H^{16}$
Chlonaphtane........................		$C^{40}H^{15}Cl$
Naphtase........................		$C^{40}H^{14}O$
Chlonaphtase........................		$C^{40}H^{14}Cl^2$
Bronaphtase........................		$C^{40}H^{14}Br^2$
Ninaphtase........................		$C^{40}H^{14}X$
Chlonaphtèse........................	*a*	$C^{40}H^{12}Cl^4$
id........................	*b*	*id.*

id.	*d*	*id.*
id.	*e*	*id.*
id.	*f*	*id.*
id.	*x*	*id.*
Bronaphtèse	*b*	$C^{40}H^{12}Br^{4}$
Ninaphtèse	*b*	$C^{40}H^{12}X^{2}$
Chlorébronaphtine	*a*	$C^{40}H^{11}BrCl^{4}$
Ninaphtine	*x*	$C^{40}H^{11}X^{\frac{5}{2}}$
Chlonaphtise	*a*	$C^{40}H^{10}Cl^{6}$
id.	*b*	*id*
id.	*d*	*id.*
Ninaphtise	*x*	$C^{40}H^{10}X^{3}$
id.	*y*	*id.*
Chlora-bronaphtise	*b*	$C^{40}H^{10}Br^{4}Cl^{2}$
Chloré-bronaphtise	*a*	$C^{40}H^{10}Br^{2}Cl^{4}$
Chlonaphtone	*f*	$C^{40}H^{9}Cl^{7}$
Chlonaphtose	*a*	$C^{40}H^{8}Cl^{8}$
id.	*b*	*id.*
id.	*c*	*id.*
id.	*e*	*id,*
Bronaphtose	*x*	$C^{40}H^{8}Br^{8}$
Bromen-chlonaphtose	*a*	$C^{40}H^{8}Cl^{5}Br^{3}$
Chloré-bronaphtose	*b*	$C^{40}H^{8}Br^{4}Cl^{4}$
Chlori-bronaphtose	*a*	$C^{40}H^{8}Br^{2}Cl^{6}$
Chlonaphtuse?	*a?*	$C^{40}H^{6}Cl^{10}$
Chlonaphtalane	*a*	$C^{40}H^{5}Cl^{11}$
Chlonaphtalase	*a*	$C^{40}H^{4}Cl^{12}$
II. Sous-chlorure de naphtum	*x*	$C^{40}H^{16} + Cl^{4}$
Chlorure de naphtum	*x*	$C^{40}H^{16} + Cl^{8}$
Chlorure de chlonaphtane	*x*	$C^{40}H^{15}Cl + Cl^{8}$
Chlorure de chlonaphtase	*x*	$C^{40}H^{14}Cl^{2} + Cl^{8}$
id.	*y*	*id.*
id.	*z*	*id.*
Chlorure double de naphtum et de chlonaphtase	*x*	$C^{40}H^{16}, Cl^{8} + 3C^{40}H^{14}Cl^{2}, Cl^{8}$
Sous-chlorure de chlonaphtèse	*x*	$C^{40}H^{12}Cl^{4} + Cl^{4}$
Chlorure de chlonaphtèse	*x*	$C^{40}H^{12}Cl^{4} + Cl^{8}$
id.	*y*	*id.*
id.	*z*	*id.*
Bromure de chlonaphtèse	*x*	$C^{40}H^{12}Cl^{4} + Br^{8}$
Bromure de bronaphtèse	*x*	$C^{40}H^{12}Br^{4} + Br^{8}$
Sous-bromure de bronaphtise	*x*	$C^{40}H^{10}Br^{6} + Br^{4}$
Sous-bromure de chlonaphtise	*x*	$C^{40}H^{10}Cl^{6} + Br^{4}$

	Acide sulnaphtasique...................	x $C^{40}H^{14}\not{S} + SO^3, H^2O$
	Acide nisulnaphtésique.................	$C^{40}H^{12}X\not{S} + SO^3, H^2O$
	Acide sulninaphtésique.................	$C^{40}H^{12}X\not{S} + SO^3, H^2O$
III.	Acide chlonaphtique....................	$C^{40}H^8Cl^2O^5 + H^2O$
	Chloroxiphtalose.......................	$C^{24}H^6Cl^2O^2$?
	Oxychlorophtalose......................	$C^{18}H^8Cl^6O$?
	Acide phtalique........................	$C^{16}H^4O^3 + H^2O$
	Phtalimide.............................	$C^{16}H^4O^2Im$
	Acide nitropthalique...................	$C^{16}H^3X^{\frac{1}{2}}O^3 + H^2O$

» On remarquera :

» 1°. Que le naphtum qui, jusqu'à ce jour, n'avait cédé que 8 atomes d'hydrogène au chlore, m'a enfin donné le chlonaphtalase qui ne renferme plus que 4 atomes d'hydrogène : je crois même avoir été au delà, mais mes recherches ne sont pas terminées;

» 2°. Qu'il n'y a pas moins de 6 chlonaphtèses isomères, 3 chlonaphtises, 2 ninaphtises, 4 chlonaphtoses, 3 chlorures de chlonaphtase, 3 chlorures de chlonaphtèse;

» 3°. Qu'il existe une série de composés *a* qui sont isomorphes, une série de composés *b* isomorphes, etc.

» La série *a* est la plus remarquable. Tous les corps qu'elle renferme se ressemblent au plus haut degré, malgré l'énorme différence qu'il y a entre leur composition; il a fallu l'attention la plus soutenue pour les distinguer les uns des autres. Les angles des cristaux sont les mêmes, tous sont mous comme de la cire, tous se laissent sous-diviser parallèlement à l'axe principal en une multitude d'autres prismes semblables; tous sont indécomposables par les alcalis et par la distillation, même le chlonaphtalase, qui ne renferme pas moins de 12 atomes de chlore. On chercherait inutilement dans tous les corps connus deux corps qui se ressemblent autant sous tous les rapports. Ainsi se trouvent donc confirmées par l'expérience les idées que j'ai émises sur la constitution de ces composés, il y a cinq ou six ans, idées taxées d'exagération, regardées comme bizarres et monstrueuses par MM. Dumas, Berzélius et Liebig.

» 4°. Que tous les composés du premier tableau, ceux qui renferment 16 atomes de chlore, brome et hydrogène, sont indécomposables par la distillation ou par les alcalis;

» 5°. Que tous les composés du second tableau, ceux qui renferment plus de 16 atomes de chlore, brome, etc., sont décomposés par les alcalis ou par la distillation, qui enlèvent, soit de l'acide hydrochlorique, soit du

brome, soit de l'acide hydrobromique, mais en quantité telle que le nouveau corps que l'on obtient renferme toujours 16 atomes de chlore, brome et hydrogène;

» 6°. Que la plupart de ces composés sont contraires à la loi des substitutions. Ainsi le naphtum, traité par le chlore, peut perdre directement 2 atomes d'hydrogène et en gagner 10 de chlore; le naphtum peut perdre 4 atomes d'hydrogène et en gagner 12 de brome; le chlorure de chlonaphtèse peut perdre 8 atomes d'hydrogène sans substitution, etc.

» On remarquera, de plus, que les composés du second tableau ne sont pas des hydrochlorates, comme je l'avais autrefois supposé, afin de les faire rentrer dans la loi des substitutions; il suffit, pour le prouver, de dire que le bromure de chlonaphtèse, soumis à la distillation, donne du brome pur et du chlonaphtèse.

» 7°. Dans le second tableau on trouve trois acides; ces corps n'ont pas une constitution semblable à celle des précédents, aussi possèdent-ils des propriétés tout à fait différentes.

» On remarquera surtout deux acides isomères : l'un est produit par l'action de l'acide sulfurique sur le naphtum, puis par celle de l'acide nitrique, tandis que pour l'autre l'action a été renversée; on a d'abord traité le naphtum par l'acide nitrique, puis par l'acide sulfurique. Les formules que je donne expliquent suffisamment comment je conçois cette isomérie. J'ai cherché à voir si, chose sans exemple jusqu'à ce jour, ces deux corps isomères ne seraient pas isomorphes; mes recherches n'ont rien pu m'apprendre de positif.

» 8°. Le second tableau renferme des corps dont je ne donne pas encore la forme cristalline. Quelques-uns d'entre eux sont isomorphes; ainsi les chlorures de naphtum, de chlonaphtase, et le chlorure double de naphtum et de chlonaphtase, ont la même forme. Quant à ce dernier, je ne sais s'il faut le regarder comme un composé en proportion bien définie, analogue au carbonate double de calcium et de magnésium à un atome de chaque base, ou comme une dolomie qui peut renfermer des proportions quelconques de chaux et de magnésie.

» 9°. Dans le troisième tableau sont les composés qui ne renferment plus un radical dérivé du naphtum; aussi n'ont-ils aucun rapport avec ceux des tableaux précédents. Parmi ces composés, deux ont une constitution semblable : ce sont les acides phtalique et nitrophtalique; ils sont isomorphes. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la coloration de la rétine et du cristallin.* — Lettre de M. **Melloni** à M. *Arago*.

« Dans la dernière séance de février, j'ai lu à l'Académie royale des Sciences de Naples un Mémoire où je crois être parvenu à expliquer d'une manière très-nette tous les faits nouvellement découverts sur la transmission, la diffusion et l'absorption des corps à l'égard des radiations calorifiques et chimiques. Ce travail, qui embrasse plusieurs autres sujets, et prouve l'identité des agents d'où dérivent les trois sortes d'actions développées par le rayonnement solaire, m'a conduit successivement à l'étude de certains phénomènes organiques; et ceux-ci sont venus confirmer d'une manière inespérée les principes que j'avais cru devoir adopter à l'égard de la vision. Je vous enverrai sous peu la traduction de mon Mémoire, qui s'imprime maintenant à Genève, en priant l'Académie de vouloir bien m'accorder quelques instants pour la lecture de la lettre qui en contiendra le résumé : aujourd'hui je lui demande la permission de l'entretenir de mes recherches physiologiques sur l'organe de la vue. Je regrette beaucoup que le départ précipité de notre illustre confrère le docteur Roux ne m'ait pas permis de lui remettre cette Note, et de lui témoigner toute ma reconnaissance pour le vif intérêt qu'il a paru prendre au récit de ma petite excursion dans une des branches de la science d'où ses talents ont tiré de si utiles applications à l'humanité souffrante.

» La vision, d'après les principes développés dans le Mémoire dont je parlais tout-à-l'heure, se produirait en vertu des vibrations extrêmement rapides qu'éprouveraient les molécules nerveuses de la *rétine* sous l'action d'une certaine série d'ondulations éthérées. Ces vibrations, *considérées par rapport aux diverses ondulations qui composent le spectre solaire,* ne dépendraient pas de la quantité de mouvement, mais elles seraient dues à la facilité plus ou moins grande que les particules de la rétine éprouvent à suivre telle ou telle espèce de vibration éthérée; ce serait, en termes d'acoustique, une espèce de *résonnance* de la rétine, excitée par l'*accord* ou la *relation harmonique* qui existe entre la *tension* ou l'*élasticité* de ses groupes moléculaires, et la période de l'ondulation incidente.

» Les ondulations placées hors des deux limites du spectre ne pourraient développer sur la rétine aucun mouvement vibratoire, et seraient ainsi invisibles, *parce qu'elles manqueraient de toute espèce d'*ACCORD AVEC L'ÉLASTICITÉ MOLÉCULAIRE *de cette membrane de l'œil.* Les ondulations placées entre le jaune et l'orangé, où a lieu, d'après Frauenhoffer, le

maximum d'intensité lumineuse, *donneraient*, au contraire, *les vibrations* PLUS HOMOGÈNES *à ladite élasticité de la rétine, et communiqueraient à ses molécules le mouvement vibratoire le plus prononcé.*

» Il va sans dire que dans cette théorie, comme dans toute autre hypothèse imaginée pour rendre compte de la vue et des phénomènes optiques en général, la quantité de lumière dépend de l'intensité du rayonnement, qui dérive, pour nous, de l'étendue des vibrations moléculaires; car, à circonstances égales, le rayon bleu du spectre solaire, par exemple, pourrait fort bien développer, à cause de son faible *accord* avec la *tension* des molécules de la rétine, une quantité de lumière dix fois moindre que celle qui peut y être excitée par le rayon jaune ; mais l'action lumineuse des deux radiations deviendrait évidemment égale, si les atomes vibrants dans l'ondulation bleue parcouraient un espace dix fois plus grand que les atomes qui vibrent dans l'ondulation jaune.

» Les rapports entre les intensités de ces différents mouvements vibratoires de l'éther seraient fournis, d'après notre manière de voir, par les diverses températures que prend, sous l'influence des radiations, un corps thermoscopique bien recouvert de noir de fumée. Or, l'échauffement du thermoscope est extrêmement faible sur la limite violette du spectre, et augmente graduellement à mesure que l'on descend dans les couleurs moins réfrangibles, jusqu'à l'extrémité opposée du rouge. Les deux éléments de l'intensité lumineuse marchent donc ensemble dans toutes les zones prismatiques comprises entre le violet et le jaune. En effet, puisqu'en allant du violet au jaune, le développement lumineux croît avec la température, c'est-à-dire avec la *quantité de mouvement* appartenant aux diverses zones colorées, il se pourrait aussi que l'accord des ondulations éthérées avec l'*élasticité moléculaire* de la rétine s'augmentât dans le même sens; je n'ose pas affirmer cependant qu'il en soit réellement ainsi, car l'un des rayons élémentaires appartenant à ces couleurs du spectre, pourrait avoir avec la rétine la même *consonnance* que l'élément plus réfrangible qui le précède, et donner une plus grande quantité de lumière par le seul motif d'une plus grande quantité de mouvement. Ainsi, le principe énoncé de l'*accord* plus ou moins prononcé entre des ondulations éthérées et la *tension* des molécules nerveuses qui composent la rétine n'est pas indispensable pour concevoir le développement progressif de chaleur et de lumière dans toute la partie du spectre qui va du violet au jaune. Mais ce principe paraît absolument nécessaire pour expliquer le décroissement d'intensité lumineuse qui se fait remarquer depuis le commencement de l'orangé jusqu'au rouge ex-

trême : comment pourrait-on concevoir sans cela *qu'une augmentation dans la force du rayonnement produisît une diminution dans la vivacité de la perception lumineuse ?* En admettant, au contraire, que les ondulations orangées et rouges trouvent sur la rétine une *consonnance* moindre que les ondulations jaunes, on comprend parfaitement que les premières puissent donner une moindre quantité de lumière. L'hypothèse est d'autant plus plausible, que, suivie jusque dans ses dernières conséquences, elle conduit, comme nous l'avons vu tantôt, à une explication extrêmement heureuse de l'invisibilité des radiations obscures, *chimiques* ou *calorifiques*, placées au delà des deux limites du spectre solaire; *radiations où l'on a retrouvé dernièrement toutes les propriétés que possèdent les rayons lumineux par rapport aux substances colorées*, excepté la visibilité, qui n'est elle-même qu'une simple *qualité accidentelle*, comme je crois l'avoir montré par des arguments irrécusables dans le Mémoire cité plus haut

» Admettons, en conséquence, que les ondulations éthérées des diverses bandes colorées du spectre ont une aptitude différente à exciter les vibrations de la rétine, et que le *maximum* d'effet appartient à la couleur jaune.

» Selon le principe général du mouvement vibratoire qu'éprouvent les molécules pondérables de la matière, par suite de l'accord existant entre leurs propres tensions et les périodes des ondulations incidentes (principe qui est dû, je crois, à Euler, et que j'adopte pour expliquer la diffusion et la coloration des corps), les substances qui vibrent avec la même facilité sous l'action des ondulations lumineuses d'une longueur quelconque sont blanches; les substances colorées, au contraire, sont celles qui vibrent avec plus d'intensité sous l'influence d'une ou de plusieurs espèces d'ondulations lumineuses, en se montrant moins sensibles aux autres. Ainsi un corps est rouge, vert ou bleu, selon que la *tension* de ses particules se trouve plus *consonnante* avec la période vibratoire des ondulations rouges, vertes ou bleues; d'où il suit évidemment qu'une substance dont les particules vibrent mieux par l'action de telle ou telle autre ondulation lumineuse est nécessairement colorée. Or, nous disons que les ondulations jaunes produisent par *consonnance* le *maximum* d'effet sur la rétine; donc, si notre supposition est conforme à la vérité, la rétine sera jaune, et pas incolore, comme on l'a cru jusqu'à présent.

» Avant de passer à la description des faits que j'ai recueillis sur cette question, je ferai remarquer que la conclusion où nous sommes parvenus par rapport à la couleur de la rétine, suppose évidemment une analogie

parfaite de propriétés lumineuses entre cette membrane de l'œil et les substances minérales. Cependant on concevra aisément que la force vitale pourrait communiquer à la rétine un degré d'excitabilité dépendant de la couleur du rayon; et qu'alors cette espèce d'*excitabilité différentielle* disparaîtrait nécessairement à la mort de l'individu; en sorte que si l'on trouvait la rétine blanche véritablement, et pas jaune, comme il semblait d'abord qu'elle dût être nécessairement d'après nos conclusions, le principe de la plus grande sensation pour la couleur jaune n'en serait pas moins soutenable.

» Mais il faut croire qu'aucun observateur habitué aux applications les plus simples de l'optique n'a examiné cette précieuse membrane de l'œil avec un certain degré d'attention; autrement je ne doute pas que les anatomistes ne se fussent accordés à reconnaître que la substance nerveuse dont la rétine se compose n'est pas du tout blanchâtre ou incolore, comme on l'affirme encore dans les écoles, mais douée, au contraire d'une teinte jaune très-prononcée.

» Et en effet, si l'on passe en revue les différentes parties de la rétine, on ne tarde pas à découvrir dans sa partie centrale, tout près du *nerf optique* et vis-à-vis du *cristallin*, un petit espace teint en jaune, qui porte improprement le nom de *tache de Sœmmering*, car il a été observé et décrit avant Sœmmering par un médecin italien nommé Buzzi (1). La couleur de cette tache semble plutôt diminuer qu'augmenter avec l'intervalle de temps écoulé entre la mort et la dissection de l'œil; en sorte que tout porte à croire qu'elle existe de même pendant la vie, et c'est aussi l'opinion unanime de tous les physiologistes.

» Cela posé, que l'on regarde attentivement une coupe de la rétine, on trouvera que l'épaisseur de cette membrane augmente en allant des bords au centre, qui est occupé, comme nous le disions tantôt, par la tache jaune. L'observation n'est pas bien difficile à faire, et ne saurait soulever le moindre soupçon d'erreur, ayant été vérifiée, à plusieurs reprises, par Sœmmering, par Langenbeck, et par un des anatomistes les plus sévères de l'époque, M. Delle Chiaje. Cependant, pour mettre tout le monde à même de constater le fait, je vais indiquer le mode de préparation qui m'a paru le plus simple. L'œil doit être sectionné d'abord en deux parties, à une assez petite distance du *cristallin*, et perpendiculairement à l'axe

---

(1) BUZZI, *Nuove sperienze fatte sull' occhio umano*. Opuscoli scelti di Milano, per l'anno 1782.

optique. On met de côté la partie antérieure, et l'on presse doucement le globe postérieur, afin d'évacuer une partie de l'*húmeur vitrée;* puis on soulève, avec beaucoup de délicatesse, la rétine, et on l'extrait, après avoir coupé le *nerf optique*, tout près de la *choroïde :* on ôte ensuite les portions, encore adhérentes, de *pigment* et d'humeur vitrée, par des lavages répétés. La rétine étant ainsi bien purgée des matières hétérogènes, doit être partagée en quatre secteurs égaux; de manière que les deux lignes de division passent par le milieu de la tache centrale : il faut enfin choisir le secteur qui présente la coupe la plus nette, et l'étendre sur une lame de verre, en dirigeant sa section parallèlement à l'un des côtés de la lame, et tout près du bord. Toutes ces opérations s'exécutent avec la plus grande facilité, par les personnes de l'art, en plaçant l'œil dans l'eau, et tenant successivement par des pincettes ses diverses parties que l'on perce, ou que l'on découpe avec des bistouris et des ciseaux recourbés. La simple inspection de la rétine ainsi préparée, suffit pour se convaincre que cette membrane diminue d'épaisseur du centre à la circonférence. Mais comme on pourrait croire qu'une partie de l'effet dérive de rugosités que l'on ne parvient jamais à faire disparaître complétement de la partie centrale, il faut examiner la coupe de la rétine avec une loupe qui grossisse de 50 à 60 fois, et l'on verra alors très-distinctement que la rétine forme une grosseur considérable à la place occupée par la *tache de Buzzi,* au delà de laquelle il y a un décroissement assez rapide d'épaisseur, puis un amincissement doux et graduel, qui continue jusqu'à la circonférence. Or on sait que les corps diaphanes et colorés paraissent tout à fait incolores s'ils se présentent sous forme de lames très-minces, et la plus grande partie de la rétine est précisément dans cette condition. Nous voilà donc tout naturellement amenés à la supposition que le jaune de sa partie centrale ne soit pas une tache, ou coloration circonscrite, mais la teinte même qui appartient à toutes les parties de la rétine; laquelle teinte apparaisse au centre en vertu de la quantité assez considérable de matière qui s'y trouve accumulée, et soit invisible ailleurs, à cause de la minceur extrême des parois. C'est ainsi qu'en plongeant les extrémités de plusieurs tubes de verre dans une tasse de vin, ou de tout autre liquide coloré, on voit les colonnes soulevées par l'action capillaire tout à fait incolores dans les tubes dont le diamètre intérieur atteint un certain degré de capillarité.

» Cette opinion devient de plus en plus solide étant appuyée par les observations suivantes.

» La tache de Buzzi ne se termine pas brusquement, mais par un contour moelleux, ainsi que cela doit arriver à une couche diaphane qui perd la couleur par une diminution aussi rapide, et cependant graduelle, de sa propre épaisseur. Malgré l'incertitude des contours, on peut toutefois distinguer, par approximation, les limites de la teinte jaune, et les marquer, à l'encre ou au crayon, sur la lame de verre, lorsqu'on regarde le système dans une direction à peu près perpendiculaire. Cela fait, si l'on repète l'observation sous une grande obliquité, en plaçant vers l'œil la partie la plus épaisse de la rétine, on verra la limite apparente de séparation entre le jaune et la partie incolore s'éloigner du centre, et outrepasser, par conséquent, la marque précédemment tracée sur le verre. La couleur jaune existe donc tout autour de la tache, et son invisibilité provient uniquement de la petite quantité de matière traversée par le rayon visuel.

» Des changements de couleur tout à fait analogues apparaissent sur la rétine lorsqu'on l'agite dans l'eau, afin de la débarrasser des humeurs qui lui sont adhérentes ; car alors on voit les limites de la tache jaune occuper successivement plusieurs places : la variation est surtout appréciable dans les rides centrales, qui deviennent tantôt jaunes, tantôt incolores, selon la position qu'elles occupent successivement par rapport à l'œil.

» On peut enfin montrer que la couleur existe aussi dans les parties les plus éloignées du centre, en les pliant sur elles-mêmes; car alors ces plis prennent une teinte jaunâtre. Pour bien réussir dans cette expérience, il faut avoir une rétine fraîche, parfaitement libre de toute espèce de mucosité, et qui n'ait pas séjourné trop longtemps dans l'eau : il faut aussi que les parties superposées se touchent exactement sur tous leurs points, sans interposition d'air ou d'autre matière hétérogène; la raison en est fort simple : pour avoir l'augmentation de couleur, il faut nécessairement que la transmission de la lumière se fasse régulièrement; et les substances interposées, ou les mucosités superficielles détruisent la plus grande partie de l'effet, soit par des réflections et des réfractions multipliées, soit par une transformation de lumière directe en lumière diffuse.

» Dans le cours de ses expériences, Buzzi eut l'occasion de disséquer les yeux de deux hommes morts avec tous les symptômes d'une jaunisse très-intense : l'un d'eux ne s'était aperçu, pendant sa maladie, d'aucun changement appréciable dans les couleurs naturelles des corps; l'autre, au contraire, voyait, sur ses derniers jours, tous les objets fortement colorés en jaune : chez le premier individu la tache centrale de la rétine présentait

une augmentation à peine sensible dans la valeur de sa teinte habituelle ; le reste de la membrane conservait encore sa blancheur apparente ; dans le second individu, toute la rétine était jaunie, et la tache centrale avait acquis une vivacité de coloration extraordinaire (1).

» Ces deux observations s'accordent parfaitement avec notre opinion sur la coloration totale de la rétine, car l'apparition du jaune sur les parois minces est accompagnée d'un renforcement proportionnel de même teinte sur la partie de plus grande épaisseur; et lorsque le surcroît de la coloration jaune est trop faible pour produire un effet semblable sur les bords, où la membrane atteint sa moindre épaisseur, l'action se développe seulement sur la partie épaisse du centre.

» Le cas du malade qui voyait les objets teints en jaune fournit en outre un argument de la plus haute importance pour notre théorie ; car ce fait prouve que les rayons lumineux agissent sur la rétine comme sur tout autre corps coloré, et que la couleur jaune communique réellement à cette membrane vivante la faculté de percevoir le jaune avec une intensité supérieure à celle des autres couleurs du spectre.

» D'après les idées que nous avons exprimées sur la nature de la lumière et la sensation qu'elle excite sur l'organe de la vue, la rétine est un corps dont les molécules vibrent par suite de leurs *consonnances* avec certaines ondulations éthérées. Aussi peut-on comparer cette membrane de l'œil à un instrument à cordes qui donnerait des sons sans le frottement ou la percussion d'un corps solide, et qui vibrerait ainsi par pure *résonnance*, c'est-à-dire en vertu de la simple présence des ondes excitées dans l'air par un son extérieur. Or presque tous les instruments de musique perdent peu à peu l'accord de leurs notes normales. La même chose a lieu pour les *tons lumineux* de la rétine. Effectivement, le jaune de la tache centrale, qui constitue pour nous la teinte naturelle de la rétine, pâlit et disparaît peu à peu, à mesure que l'âge avance : cette observation ne se trouve consignée dans aucun des traités de physiologie qué j'ai pu consulter, et cependant elle se présente d'une manière extrêmement marquée, dès les premières comparaisons que l'on fait entre les rétines prises à différentes époques de la vie.

» Du changement de couleur dans la rétine, il résulterait nécessairement une altération dans les rapports de perception des rayons élémen-

---

(1) Buzzi, Mémoire cité plus haut.

taires; mais la nature pare d'avance à un tel désordre, par une de ces innombrables mesures de prévoyance qui nous étonnent à chaque pas dans la science du développement des êtres organisés.

» Le cristallin est parfaitement limpide et incolore jusqu'à l'âge de 25 à 30 ans : cette période passée, on le voit prendre une teinte jaune-paille extrêmement légère, qui se développe d'abord sur la partie centrale, atteint ensuite les bords, augmente progressivement de valeur, et devient enfin aussi fortement prononcée que la couleur de l'ambre jaune, chez les vieillards de 75 à 80 ans.

» Observons d'abord que la coloration du centre, pendant que les bords du cristallin se conservent tout à fait incolores, offre une image exacte de ce qui existe, selon nous, dans la rétine, excepté que dans le cas actuel, on a, pour ainsi dire, une démonstration palpable du principe, par l'extension successive de la teinte à toute la masse du milieu.

» Si l'on vient maintenant à considérer l'effet produit sur la vision par ce nouveau développement de couleur, on comprendra de suite que le jaune acquis par le cristallin est destiné à réparer le déchet de la même teinte sur la rétine. Pour montrer que la somme des deux variations se compense réellement, je me suis procuré en même temps plusieurs yeux d'âges très-différents; j'en ai retiré les cristallins, et je les ai posés sur les parties centrales des rétines correspondantes : tous ces systèmes présentèrent la même nuance de jaune. L'expérience poussée aux deux limites opposées est fort intéressante, car, dans la première jeunesse, la coloration, qui ne s'est pas encore développée chez le cristallin, brille dans toute sa force sur la rétine, et dans la décrépitude elle s'est entièrement retirée sur le cristallin, en ne laissant plus aucune trace sur la rétine. Alors il suffit de placer le cristallin décrépit à côté de la rétine jeune, et comparer les nuances de ces deux corps, qui offrent une seule teinte, malgré l'énorme différence de leur constitution.

» Ainsi, l'altération introduite dans les perceptions des divers rayons lumineux par la décoloration successive de la rétine, diminue la prépondérance de l'élément jaune, et cette prépondérance se rétablit à mesure par l'influence du cristallin : en d'autres termes, l'absorption élective de la couleur, qui se développe successivement dans le cristallin, produit, pendant la transmission des rayons élémentaires, des différences telles sur leurs intensités relatives, qu'en arrivant sur la rétine plus ou moins décolorée, ils y excitent toujours les mêmes sensations.

» L'apparition et le progrès de la teinte jaune sur le cristallin cons-

titueraient donc un véritable *procédé d'accordeur* mis en œuvre par la nature, pour maintenir au même *ton lumineux* l'instrument de la vision.

» On comprendra maintenant pourquoi le blanc se maintient blanc pour nos yeux, à toutes les époques de la vie, malgré la coloration croissante du cristallin. Sans cela, l'interposition d'un milieu jaune entre les objets extérieurs et la rétine, avec la permanence dans les rapports que donnent à la vue les couleurs naturelles des corps, constituerait une des contradictions les plus étranges que l'on puisse imaginer.

» Cette espèce d'énigme a peut-être été la cause du silence absolu que les physiciens les plus érudits ont jugé à propos de garder dans leurs traités d'optique, sur la transformation successive de la matière incolore du cristallin en substance *aussi fortement colorée que l'ambre jaune*, transformation observée depuis plus d'un siècle, et bien connue des anatomistes par la description qu'en a faite le médecin Petit, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* (1). Quant à moi, j'avoue que, fort peu versé dans les études anatomiques, je l'ignorais complétement, lorsqu'un jeune physiologiste, présent à la lecture du Mémoire cité plus haut, le docteur Martino (2), rappela mon attention sur la tache centrale de la rétine, et eut ensuite la complaisance de me prêter le puissant secours d'une main habituée aux dissections les plus délicates, dans les observations que je viens de décrire; d'où résulte, si je ne me trompe, une des présomptions les plus favorables que l'on puisse désirer sur la vérité du *principe du* MAXIMUM DE CONSONNANCE *des ondulations jaunes avec les vibrations moléculaires de la rétine*, principe déduit d'une tout autre source, puisque nous l'avons tiré de la discussion générale des propriétés du spectre solaire, qui était elle-même basée sur l'hypothèse des ondulations.

» L'opinion de certains philosophes qui ne veulent reconnaître d'autre science que les faits et leurs conséquences, est donc opposée, dans plusieurs circonstances, au progrès des connaissances humaines. Si les expériences que je viens de décrire répandent quelque jour sur la physiologie

(1) Année 1730.

(2) M. Martino a présenté à l'Académie, par l'intermédiaire de M. de Blainville, un Mémoire *sur la direction de la circulation du sang dans le système veineux rénal de Jacobson chez les reptiles, et sur les rapports entre la sécrétion de l'urine et celle de la bile;* et une *Note sur l'existence du système jacobsonien chez les Raies et les Torpilles.*

des variations de couleur chez la rétine et le cristallin, cela provient, sans aucun doute, de diverses suppositions sur l'éther, les vibrations et les tensions moléculaires de la matière pondérable, qui m'avaient servi d'abord à expliquer, dans le système des ondulations, l'invisibilité des radiations obscures, et les trois actions des rayons lumineux.

» Mais les systèmes, disent les fauteurs de l'école strictement expérimentale, dévient la science de la bonne route, et l'entraînent à sa perte..... Je ne pense pas qu'un semblable malheur puisse arriver aujourd'hui *en physique*, où la partie positive est si bien distinguée de la partie conjecturale par tous ceux qui possèdent les vrais principes de cette branche fondamentale de nos connaissances sur les propriétés des corps; bien au contraire, les hypothèses, loin de nuire à la recherche des faits, engendrent souvent des projets d'expériences qui n'auraient peut-être jamais été imaginés sans leur secours, et fournissent toujours des symboles précieux pour se reconnaître au milieu de cette immensité d'observations, de phénomènes, d'actions, de causes et d'effets, qui, privés de tout lien systématique, formeraient une forêt ténébreuse, un dédale inextricable, d'où les esprits les plus clairvoyants, n'auraient plus, une fois qu'ils y auraient pénétré, aucune chance de sortir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'essence de valériane en camphre de Bornéo et en camphre des laurinées; par* M. C. GERHARDT.

« Les chimistes allemands, par qui l'analyse de l'essence de valériane a été faite, ne sont pas d'accord sur la composition de cette huile; M. Ettling la considère comme un hydrogène carboné isomère de l'essence de térébenthine; suivant M Krauss, au contraire, elle serait l'oxyde carboné et aurait pour formule

$$C^{60} H^{48} O.$$

» Dans notre travail sur les huiles essentielles, nous avons déjà, M. Cahours et moi, signalé l'inexactitude de ces faits, en affirmant que l'essence de valériane, telle qu'on l'extrait de la plante, est un mélange d'au moins de deux principes différents. Nous y avons aussi indiqué le procédé à l'aide duquel on peut effectuer la séparation de ces principes.

» Un grand nombre d'analyses m'ont, depuis, conduit pour l'un d'eux à la formule

$$C^{24} H^{20} O^{2}.$$

» C'est le principe oxygéné et le moins volatil de l'essence; à l'état pur, il n'a point l'odeur désagréable de la valériane, mais ne se prend qu'au contact prolongé de l'air, en se transformant en acide valérianique. A quelques degrés au-dessus de zéro, il se concrète et donne alors des prismes incolores et diaphanes que l'on peut conserver sans altération dans des flacons convenablement bouchés; dans ces circonstances, le *valérol,* car c'est ainsi que je l'appelle, reste même solide à la température ordinaire, pourvu que l'air ne l'ait pas déjà altéré. J'en possède un échantillon qui s'était, cet hiver, pris en cristaux, et que la chaleur actuelle de notre climat n'a pas encore liquéfié; toutefois, les prismes sont devenus opaques et d'un blanc de lait, ce qui paraît indiquer en eux un changement de structure moléculaire. Huileux ou cristallisé, le valérol m'a toujours présenté la même composition.

» Sa transformation en acide valérianique est plus rapide que par l'action de l'air, si on le traite par de la potasse en fusion; en effet, chaque goutte d'essence, en arrivant au contact de cet alcali, se concrète en même temps qu'il se dégage du gaz hydrogène; un acide minéral versé alors sur le produit y détermine une effervescence d'acide carbonique, et met de l'acide valérianique en liberté.

» L'équation suivante rend compte de cette action de la potasse hydratée :

$$C^{24}H^{20}O^{2} + H^{12}O^{6} = C^{4}O^{4} + C^{20}H^{20}O^{4} + H^{12}.$$

» Il est fort probable, d'après cela, que l'acide valérianique n'est point un produit de la végétation, mais qu'il résulte d'une action secondaire exercée par l'air sur l'huile essentielle sécrétée par la plante; on sait, du reste, que l'essence de valériane est d'autant plus infecte qu'elle est plus âgée; récemment purifiée d'acide par la rectification et par des lavages au carbonate de soude, elle présente l'odeur du foin, mais peu à peu elle acquiert une odeur fétide, et se trouve alors contenir de l'acide valérianique.

» Le valérol, comme presque toutes les essences oxygénées, est accompagné, dans l'huile extraite de la racine de valériane, d'un principe hydrocarboné, ayant la même composition que l'essence de térébenthine; ses éléments présentent aussi la même condensation, car sa formule

$$C^{40}H^{32}$$

correspond à quatre volumes de vapeur. Enfin, il bout aussi à la même tem-

pérature que l'essence de térébenthine et partage avec elle la propriété de produire, avec le gaz hydrochlorique, une combinaison cristallisée.

» Cet hydrogène carboné est moins altérable que le valérol; maintenu pendant une quinzaine de jours, sur du mercure, dans du gaz oxygène sec, il ne s'est pas résinifié et n'a paru nullement s'altérer. Mais il n'en est pas ainsi lorsque cet hydrogène carboné se trouve en présence de l'humidité, et surtout lorsqu'on le distille, à plusieurs reprises, avec une lessive de potasse; il fixe alors les éléments de deux atomes d'eau et se transforme en un camphre cristallisé, offrant tous les caractères du camphre solide de Bornéo (provenant du *Dryabalanops camphora*); il renferme effectivement

$$C^{40} H^{36} O^2,$$

qui est la composition assignée à ce dernier par M. Pelouze. Les propriétés physiques de mon produit se sont trouvées entièrement d'accord avec la description donnée par M. Pelouze, du camphre examiné par lui.

» Je donne, par cette raison, à l'hydrogène carboné de l'essence de valériane, le nom de *bornéène*, et, au camphre lui-même, celui de *bornéol*. Je suis même fort porté à croire que le bornéène est identique au camphre liquide de Bornéo, car il en a tous les caractères, et surtout aussi l'odeur térébinthacée; seulement il ne m'a pas donné le produit d'oxydation

$$C^{40} H^{32} O^4,$$

se formant, suivant M. Pelouze, par la conservation du camphre liquide de Bornéo dans des flacons mal bouchés, mais que je présume n'avoir été que du bornéol encore un peu humide.

» Une preuve de l'identité de mon produit et du camphre de M. Pelouze, c'est qu'à l'aide de l'acide nitrique j'ai aussi transformé le premier en camphre des laurinées (*Laurus camphora*),

$$C^{40} H^{32} O^2.$$

» La réaction est accompagnée des mêmes phénomènes. Le bornéène, chauffé avec de l'acide nitrique fumant, puis saturé avec du carbonate de soude et soumis à la distillation, donne immédiatement du camphre des laurinées.

» L'essence de valériane humide et vieille renferme toujours une certaine quantité de bornéol, et ce dernier se découvre lorsqu'on rectifie l'essence

sur de la potasse en fusion; le bornéène, passant alors à la distillation, est toujours chargé de ce camphre, et il faut, avant de soumettre le liquide à l'analyse, le rectifier plusieurs fois. Le bornéène renfermant ce camphre laisse toujours, en se vaporisant sur une plaque de verre, un résidu cristallin, qu'au premier abord on serait porté à attribuer à une oxydation par l'effet de l'air.

» Il résulte donc de mes expériences, que l'essence de valériane, extraite de la racine de ce nom (*Valeriana officinalis* et *V. Phu*), renferme :

» 1°. Du *valérol*, principe oxygéné;

» 2°. Du *bornéène*, principe hydro-carboné, probablement identique au camphre liquide de Bornéo;

» 3°. De l'*acide valérianique*, provenant de l'oxydation du valérol aux dépens de l'air;

» 4°. Une *matière résineuse*, formée dans les mêmes circonstances;

» Et 5°, du *bornéol*, identique au camphre solide de Bornéo, et provenant de l'action de l'humidité sur le bornéène. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Boussingault** *à* M. **Arago**.

« Bechelbronn, 27 mai 1842.

» Dimanche dernier 22 mai, pendant toute la matinée, la chaleur était accablante, l'atmosphère parfaitement calme. Vers midi, des nuages s'amoncelèrent au N.-E., et bientôt on entendit le tonnerre. Ses coups étaient fréquents, sans roulements, et suivaient de très-près l'apparition de l'éclair. Le vent soufflait du point où l'orage éclatait; la pluie, mêlée d'abord de quelques grêlons, était chassée au S.-O. A mesure que l'orage approchait, l'intensité du vent diminuait; la pluie tombait verticalement, lorsque, sur les deux heures et demie, on entendit un violent coup de tonnerre, et au même instant il sortit d'un tuyau de poêle placé dans mon appartement deux jets de feu électrique qui se dirigèrent l'un sur le mur, l'autre sur un fauteuil, dans lequel fort heureusement je ne me trouvais pas. Dans une pièce située au-dessus de l'étage que j'occupe, une domestique vit la lumière électrique jaillir de toutes parts. Cette femme affirme avoir senti une odeur sulfureuse très-prononcée. Pour moi, je n'ai remarqué aucune odeur. Une personne de ma famille qui se trouvait dans le rez-de-chaussée d'une habitation voisine, a vu, au moment de l'explosion, la toiture du Bechelbronn complétement illuminée. Il n'est arrivé aucun accident, la foudre n'a pas même laissé de traces de son passage, du moins dans les parties du bâtiment que j'ai pu visiter.

» Dans le voisinage de Lampersloch, situé à moins d'un kilomètre de Bechelbronn, le tonnerre est tombé sur un arbre, un poirier sauvage (*Spachbirn*) placé à la limite d'un champ de blé, et à environ 30 mètres d'une tuilerie, dont le propriétaire a été témoin de l'événement. L'arbre a été foudroyé un peu avant l'arrivée de la pluie; lors de l'explosion, il s'éleva une épaisse colonne de vapeur, que le témoin compare à la fumée qui sort d'une cheminée quand on charge un foyer avec de la houille; des éclats furent lancés dans toutes les directions, à une distance de 10 à 12 mètres; les grandes branches s'affaissèrent, et, après la dissipation de la vapeur, le tronc du poirier se montra debout et d'une blancheur surprenante. La foudre l'avait totalement dépouillé de son écorce.

» Le tronc, mesuré au-dessus du sol, a $2^m,25$ de circonférence; sa hauteur, jusqu'au point de bifurcation où naissent cinq grosses branches, est de $2^m,70$. Trois de ces branches sont rompues, leurs rameaux touchent la terre, mais elles adhèrent encore à l'arbre.

» Le tronc est décortiqué de la manière la plus complète. Sa décortication commence à 2 ou 3 décimètres de la naissance des branches principales, et se termine au collet des racines. Entre ces deux limites extrêmes on ne rencontre pas un millimètre carré d'écorce. C'est cette écorce qui, brisée en petits fragments, a été projetée au moment du choc. Les branches qui se sont affaissées, comme celles qui sont restées intactes, ont conservé leur écorce, leurs feuilles et leurs fruits naissants.

» A 1 mètre de l'arbre foudroyé, la terre, soulevée sur une surface de 2 à 3 décimètres carrés, laisse voir une racine privée de son enveloppe; mais cette racine n'est modifiée qu'en ce point. L'arbre est fendu sur toute sa longueur en deux parties inégales, et chacune de ces parties présente plusieurs fissures.

» Dans un travail où vous avez eu l'occasion d'exposer les idées de M. Fusinieri sur les matières qui peuvent exister dans la foudre, vous recommandez de constater la présence et de recueillir les dépôts qu'elle laisse quelquefois sur sa route. Vous comprenez dès lors le soin que j'ai mis à rechercher si l'arbre foudroyé de Lampersloch présentait des matières analogues à celles qui ont été signalées par plusieurs physiciens.

» A deux reprises j'ai consacré quelques heures à cette recherche, mais je n'ai pu découvrir aucun indice de combustion, pas la moindre apparence de carbonisation. Ainsi, c'est bien réellement de la vapeur aqueuse qui s'est dégagée de l'arbre au moment de l'explosion, et c'est probable-

ment par le développement subit de cette vapeur entre l'aubier et l'écorce, que cette dernière a été brisée et lancée au loin. Sur la surface du tronc, dans les fissures, aux points de rupture, je n'ai trouvé aucune substance carburée ou métallique, rien, absolument rien. Si l'on n'avait pas vu le tonnerre tomber sur le poirier de Lampersloch, on pourrait croire que cet arbre a été brisé par un ouragan, et que son écorce a été enlevée par la main de l'homme. »

M. Arago communique la Lettre qu'il vient de recevoir de M. Agassiz; nous la reproduisons textuellement.

« Je viens d'achever mes préparatifs pour un nouveau séjour sur les glaciers, où je compte passer au moins deux mois, à partir des premiers jours de juillet. Je vais m'établir derechef sur le glacier de l'Aar. La connaissance que j'ai des lieux, les observations suivies que j'ai faites sur ce point depuis quatre ans, me permettront d'apprécier mieux qu'ailleurs les changements que subit un glacier avec le temps; d'ailleurs j'y ai fait de nombreux signaux rattachés les uns aux autres par des mesures exactes, dont la comparaison avec leur position primitive augmentera le nombre des données que je possède déjà sur la marche de ce glacier. J'ai de plus introduit, l'automne dernier, deux thermométrographes à différentes profondeurs dans la masse du glacier, qui doivent me donner des indications précieuses sur sa température en hiver. Comme la neige ne disparaît guère de l'endroit où ils sont avant le fin de juin, je n'ai pas encore pu aller les relever.

» Cet été je compte faire des travaux considérables sur le glacier de l'Aar, pour éclaircir toutes les questions encore obscures qui se rattachent à cet intéressant sujet. Parmi les points obscurs, celui sur lequel j'ai le moins de données, c'est la cause de la couleur azurée de la glace compacte, et je viens aujourd'hui solliciter de votre part quelques indications sur les expériences que l'on pourrait faire en vue de la déterminer.

» Mon intention était d'aller au commencement de ce mois à Paris, m'entretenir avec vous de ces questions; mais les préparatifs nécessaires pour les travaux que je compte faire là haut, m'ont retenu plus longtemps que je ne croyais, en sorte qu'il m'est impossible maintenant d'aller encore à Paris avant de me mettre en route, d'autant plus que je serai obligé de surveiller moi-même le transport de tous mes appareils. Serait-ce trop présumer de votre bonté, que d'espérer une réponse sur cette question d'ici au 20 juin?

» Le point spécial que je me propose de poursuivre cette année, c'est la dilatation de la glace par suite de l'infiltration et de la congélation de l'eau dans les fissures et petits canaux très-variés qui pénètrent la masse du glacier, et que j'envisage comme la cause essentielle de son mouvement progressif. J'ai déjà recueilli quelques données sur la quantité d'eau dont le glacier est imbibé jusqu'à une profondeur de 140 pieds. Cette année j'aurai les moyens de forer jusqu'à 1000 pieds; j'espère ainsi traverser la masse tout entière dans sa plus grande épaisseur, qui est encore inconnue, et déterminer la quantité d'eau qui circule dans l'intérieur d'un glacier à une profondeur quelconque. Avant d'avoir des données précises sur ce point, il est impossible de faire faire un pas de plus à cette question. Quant au fait de la dilatation du glacier, il est démontré pour moi; mais je n'ai pas encore des mesures assez rigoureuses ni assez nombreuses pour le prouver jusqu'à l'évidence, et c'est ce que je veux surtout tâcher de faire cette année. Le mode de soudure de deux glaciers confluents est encore tout à fait inconnu; par l'ablation des moraines qui les recouvrent, j'espère pouvoir le déterminer.

» Je suis également très-curieux de voir si la structure lamellaire du glacier sera distincte cette année, comme l'année dernière; pour déterminer jusqu'à quelle profondeur elle pénètre, je ferai creuser une galerie sur le côté du glacier, de manière à pouvoir pénétrer par dessous aussi loin que possible. Grâce à la générosité du roi de Prusse, que M. de Humboldt a engagé à favoriser mes recherches, je pourrai emmener avec moi de nombreux ouvriers, et j'espère bien mettre à profit mon temps et l'expérience que j'ai déjà acquise. Comme tous les faits qui se rattachent à la question des glaciers ne sont pas également faciles à observer, et qu'il en est plusieurs que l'on ne peut bien étudier qu'en faisant des travaux considérables, je désirerais que le plus grand nombre possible des naturalistes profitât de l'occasion du séjour prolongé que je vais faire sur le glacier de l'Aar pour voir toutes ces choses en détail. Je me ferai un plaisir de les faire voir à tous ceux qui voudront bien me visiter à l'Abschwung.

» La réunion de la société helvétique des sciences naturelles à Altorf, les 25, 26 et 27 juillet prochain, pourrait engager les géologues français à visiter nos Alpes cette année, d'autant plus que notre président actuel, M. le Dr Lussez, vient de publier une coupe très-détaillée du canton d'Uri, sur une très-grande échelle, ce qui lui a permis de rendre les moindres accidents de ces couches contournées et travaillées dans tous les sens; puis

M. Studer sera là, ainsi que M. Escher; en sorte que la géologie alpine fera le sujet principal des discussions. Le glacier de l'Aar se trouve presque sur la route d'Altorf, si l'on s'y rend par le Valais et par la Fourche. On s'y rend par l'hospice du Grimsel.

» Tâchez d'engager vos savants à venir nous voir, en leur faisant connaître l'époque de notre réunion, et veuillez accueillir la demande que j'ai pris la liberté de vous adresser et m'indiquer en outre les observations qu'il vous paraîtrait intéressant de faire dans ces hautes régions. Si M. Dumas veut de l'air recueilli à 11 000 pieds, il me sera facile de lui en procurer, pourvu qu'il me fasse adresser quelques-uns de ses ballons; l'Errigschneehorn, à cette hauteur, est d'un accès facile et son sommet est à peine à deux lieues de l'endroit que je vais habiter. Peut-être ferai-je même l'ascension de quelque pointe plus élevée. »

M. **Zantedeschi** adresse de Venise des observations sur les phénomènes électriques de la *Torpille* et sur quelques points de l'anatomie de ce poisson. M. Zantedeschi a constaté l'exactitude des lois découvertes par MM. Breschet et Becquerel et par M. Matteucci relativement à la distribution du fluide électrique dans le corps de la Torpille, et il croit avoir mieux précisé une de ces lois que ne l'avait fait M. Matteucci, à qui la découverte en est due.

M. Matteucci disait : « Les points de l'organe sur la face ventrale qui » correspondent à ceux qui sont positifs sur la face dorsale, sont négatifs » relativement aux autres points de la même face ventrale. » M. Zantedeschi exprime dans les termes suivants les résultats des expériences qu'il a faites à ce sujet. « *Tous les points de la face ventrale qui sont plus voisins du cerveau sont négatifs par rapport à ceux qui en sont plus éloignés.* »

Pour ce qui est de l'anatomie de la Torpille, M. Zantedeschi dit avoir prouvé au congrès de Florence que les nerfs qui se distribuent à l'organe électrique proviennent tous de la moelle allongée et non du quatrième lobe de M. Matteucci. « C'est, dit-il, un fait qui est prouvé par les résultats des vivisections, mais qu'on peut aussi déduire de l'observation des préparations anatomiques que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie. »

M. **Manec**, chirurgien à l'hospice de la Salpétrière, écrit pour déclarer qu'il n'a pris aucune part aux expériences que M. Tanchou annonce avoir faites sur l'homme, relativement à la question de la contagion du cancer, au moyen d'inoculations faites avec le liquide provenant de plaies cancéreuses pris sur des malades de l'hospice auquel il est attaché. M. Manec

s'est refusé à ce que l'on fît, dans ses salles, des expériences de ce genre, qu'il considère d'une part comme illicites et de l'autre comme n'étant nullement concluantes.

M. **Ricord** écrit relativement à un Mémoire sur l'urétroplastie qu'il a adressé il y a quelques mois à l'Académie, et qu'il croit n'être pas encore parvenu aux mains des Commissaires désignés pour en rendre compte.

M. **Lerond** adresse une Note relative à un *brouillard sec et odorant* qu'il a observé à Paris le 17 et le 18 mai.

M. **de los Llanos Montanos** présente des conjectures sur la cause de certains *phénomènes volcaniques*.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés par MM. **Choiselat** et **Ratel**, par M. **Dupré**, et par M. **Gros**, chargé d'affaires de France à la Nouvelle-Grenade.

A quatre heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATA. (Séance du 23 mai 1842.)

Page 735, lig. 29, *au lieu de* « Pièce qui a été omise dans le *Compte rendu* de la séance du 16 mai », *lisez* de la séance du 9 mai.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 21, in-4°.

Choix de plantes nouvelles ou peu connues de l'Asie occidentale; par M. le comte JAUBERT et M. SPACH; 2e liv.; in-4°.

Rapport adressé à M. le Ministre de la Marine et des Colonies, sur une mission dans l'Inde, à Bourbon, à Cayenne, à la Martinique et à la Guadeloupe, concernant l'industrie sérigène et la culture du mûrier; par M. PERROTTET; mai 1842; in-8°.

Observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk et à Vicimo-Outkinsk (mont Oural), gouvernement de Perm, pendant l'année 1841; Paris, 1842; in-8°.

Voyage autour du Monde pendant les années 1837 *à* 1840; *par* M. LE GUILLOU; mis en ordre par M. J. ARAGO; liv. 1 à 4; in-8°.

Mémoires de la Société royale d'Agriculture, années 1829 à 1841; 14 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux de la Société royale et centrale d'Agriculture, depuis sa séance publique du 26 *avril* 1841; *par* M. SOULANGE-BODIN; broch. in-8°.

Rapport sur les cultures de M. Sageret; *par* M. PHILIPPAR; broch. in-8°.

Rapport sur une culture de Pistache de terre ou Arachide; par le même; in-8°.

Rapport sur le 11e *concours ayant pour objet la substitution d'un assolement sans jachère périodique de quatre années au moins, aux assolements avec jachères qui sont usités dans la plus grande partie de la France; par* le même; broch. in-8°.

De la création de la Richesse et des Intérêts matériels en France; par M. SCHNITZLER; 2 vol. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 9e et 10e liv.; in-8°.

Clinique iconographique de l'Hôpital des Vénériens; par M. RICORD; 3e liv.; in-fol.

Mémorial encyclopédique; avril 1842; in-8°.

Aperçu général de la structure géologique des Alpes; par M. STUDER; *précédé de quelques observations générales, par* M. DESOR. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève.*) Broch. in-8°.

Coup d'œil sur la Géologie de la Belgique; par M. D'OMALIUS D'HALLOY; Bruxelles, 1842; in-8°.

Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples; par M. P. DE TCHIHATCHOFF; Berlin, 1842; in-8°.

Études critiques sur les Mollusques fossiles; par M. AGASSIZ; 2e liv.; 1842; in-4°.

Nomenclator zoologicus, continens nomina systematica generum animalium tam viventium quam fossilium; par le même; in-4°.

Account of... *Compte rendu de l'Observatoire magnétique de Dublin; par* M. HUMPHREY LLOYD; Dublin, 1842; in-4°.

Report of... *Rapport de la onzième réunion de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, tenue à Plymouth en* 1841; in-8°.

A Cycle of... *Cycle des saisons en Angleterre, pendant* 18 *années, d'après des observations météorologiques faites de* 1824 *à* 1841; *par* M. L. HOWARD; in-8°.

Report of... *Rapport du Comité chargé, à la dixième réunion de l'Association britannique, de rechercher la meilleure construction d'un indicateur fixe pour les machines à vapeur.* (Extrait du *Rapport général de l'Association britannique* de l'année 1841.) In-8°

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* n° 52; in-8°.

The London... *Journal des Sciences et Magasin philosophique de Londres, d'Édimbourg et de Dublin;* avril et mai 1842; in-8°.

The Quarterly Review, n° 138, mars 1842; in-8°.

The Athenæum... *L'Athenæum;* mars et avril 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 448; in-4°.

Elementi... *Éléments de Mathématiques; par* ANDRÉ CARAFFA; partie 2, Géométrie; trad. du latin par M. P. VOLPICELLI; Rome, 1840; in-8°. (M. Libri est chargé d'en rendre un compte verbal.)

Sopra... *Mémoire sur deux nouveaux genres de plantes,* Syncarpia *et* Donzellia; *par* M. MICHEL TENORE. (Extrait du tome XXII de la *Société italienne des Sciences de Modène.*) In-4°.

Intorno... *Expériences faites sur des animaux relativement au Sulfate de quinine; par* M. le Dr A. DESIDERIO; Venise, 1840; in-8°.

Rivista... *Examen critique de la Réponse faite par le professeur* Giacomini, *aux Observations relatives à un Mémoire sur la nature, la vie et les maladies du Sang; par* M. BIZIO; Venise, 1841; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 22.

Gazette des Hôpitaux; n° 62 à 64.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 256.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 22.

L'Écho du Monde savant; nos 729, 732 et 733.

Catalogue des Livres, Dessins et Estampes de la Bibliothèque de feu M. HUZARD; Paris, 1842; 3 vol. in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse totale de Soleil du* 8 *juillet* 1842; *sur les phénomènes qui devront plus particulièrement fixer l'attention des astronomes; sur les questions de physique céleste dont la solution semble devoir être liée aux observations qui pourront être faites pendant les éclipses totales de Soleil; par* M. ARAGO.

« Les éclipses de Soleil n'arrivent que le jour de la nouvelle Lune. C'est ce jour seulement que notre satellite peut s'interposer entre la Terre et le Soleil, et nous cacher des portions plus ou moins considérables de ce globe immense et radieux.

» Quand, au plus fort d'une éclipse, la Lune ne semble empiéter que sur une portion limitée du disque solaire, on dit que l'*éclipse est partielle;*

» Quand, au plus fort d'une éclipse, la Lune nous dérobe la vue de la totalité du Soleil, l'*éclipse est totale;*

» Enfin, lorsque pendant la durée d'une éclipse il arrive un moment où

la Lune se projète en entier sur le Soleil sans le couvrir; où elle nous cache la portion centrale et laisse à découvert les régions voisines du limbe; où elle apparaît comme un disque noir entouré d'un anneau lumineux, l'*éclipse est annulaire* (1).

» La Lune et le Soleil n'étant pas à une égale distance de la Terre, des observateurs diversement placés ne projètent pas les deux astres sur les mêmes points du ciel. Voilà comment il arrive qu'une éclipse est totale en certains lieux et seulement partielle dans d'autres; voilà comment Paris, par exemple, n'a vu quelquefois aucune trace de telle éclipse partielle de Soleil qui a été apparente à Toulouse, et réciproquement.

» Pour qu'une éclipse puisse être totale, il faut qu'au moment du phénomène les lignes visuelles menées aux deux extrémités d'un diamètre de la Lune, comprennent un angle plus grand que les deux lignes visuelles menées aux deux extrémités d'un diamètre du Soleil; il faut (en prenant les expressions techniques) que le *diamètre angulaire* de la Lune l'emporte sur le *diamètre angulaire* du Soleil. Or, ni le diamètre angulaire de la Lune, ni le diamètre angulaire du Soleil ne sont constants, car ils dépendent des distances, et les distances des deux astres à la Terre varient beaucoup. Ces diamètres angulaires se surpassent même alternativement l'un l'autre. Si le moment où la Lune devient nouvelle coïncide avec le moment où son diamètre angulaire est au minimum, ce qui met l'astre à son apogée, aucune circonstance de projection ne pourra donner lieu qu'à une éclipse de Soleil annulaire. Si, au contraire, dans le moment de la *conjonction* le diamètre angulaire de la Lune est au maximum (ceci revient à dire que l'astre est alors à son périgée ou à sa moindre distance à la Terre), des circonstances favorables de projection amèneront une éclipse totale.

» Ces notions composent tout ce que j'avais besoin de rappeler, pour qu'on ne demande pas pourquoi l'éclipse prochaine du 8 juillet sera *totale,* tandis que, au maximum, l'éclipse de 1836 fut *annulaire;* pourquoi l'éclipse du 8 juillet sera totale dans le midi de la France et seulement partielle à Paris.

---

(1) Il est bon d'observer qu'en certaines occasions très-rares, une éclipse peut être totale dans un lieu et annulaire dans un autre. Cela arrive lorsque les diamètres apparents du Soleil et de la Lune sont presque égaux. La Lune ne se trouvant pas à la même distance de tous les points *de la surface* terrestre, et les différences étant dans des rapports appréciables avec la distance absolue, les uns voient la Lune plus grande que le Soleil et les autres plus petite. Le même effet peut résulter d'un rapide mouvement de la Lune vers l'apogée ou le périgée.

» Les Tables du Soleil et de la Lune prouvent que, terme moyen, on peut observer sur toute la Terre, 70 éclipses en dix-huit ans: 29 de Lune et 41 de Soleil.

» Jamais dans une année il n'y a *plus de sept* éclipses; jamais il n'y en a *moins de deux*.

» Quand le nombre des éclipses est réduit à deux dans une année, elles sont toutes les deux de Soleil.

» Sur l'ensemble du globe, le nombre d'éclipses de Soleil est *supérieur* au nombre d'éclipses de Lune, presque dans le rapport de 3 à 2. *Dans un lieu donné* il y a, au contraire, moins d'éclipses visibles du premier de ces astres que du second (1). On ôtera à ce résultat son apparence paradoxale, en remarquant qu'une éclipse de Lune résulte d'une extinction complète de la totalité ou seulement d'une fraction de notre satellite; la partie éclipsée ne recevant plus la lumière du Soleil cesse vraiment de luire; l'éclipse se voit donc de même partout où la Lune est sur l'horizon, c'est-à-dire à peu près dans un hémisphère de la Terre. Les éclipses de Soleil se voient, au contraire, dans une étendue bien moindre qu'un hémisphère.

» Dans chaque période de dix-huit ans, il y a, terme moyen, 28 éclipses de Soleil centrales, c'est-à-dire susceptibles de devenir, suivant les circonstances, annulaires ou totales; mais comme la zone terrestre le long de laquelle l'éclipse peut avoir l'un ou l'autre de ces deux caractères est très-étroite, dans un lieu donné les éclipses totales ou annulaires sont extrêmement rares.

» Halley trouvait, en 1715, qu'à partir du 20 mars 1140, c'est-à-dire dans une période de 575 ans, il n'y avait pas eu à Londres une seule éclipse totale de Soleil. Depuis l'éclipse de 1715, Londres n'en a vu aucune autre. A Montpellier, beaucoup mieux favorisé par la combinaison des éléments divers qui concourent à la production du phénomène, nous trouvons des éclipses totales :

Le 1er janvier 1386;
Le 7 juin 1415;
Le 12 mai 1706;
sans compter l'éclipse totale du 8 juillet 1842.

---

(1) Faute d'avoir fait cette distinction, des compilateurs sont tombés dans la plus étrange bévue. Ils ont créé plus d'éclipses de Lune que de Soleil, en appliquant, sans réflexion, au globe entier, une chose vraie seulement pour chaque point en particulier. Sur l'*ensemble de la Terre,* on détermine à peu près le nombre moyen d'éclipses de Soleil, en *augmentant* de moitié le nombre d'éclipses de Lune.

» A Paris, pendant le XVIIIe siècle, on n'a vu qu'une éclipse totale de Soleil : celle de 1724;

» Dans le XIXe siècle il n'y en a pas eu encore et il n'y en aura pas.

» Du Séjour trouvait par le calcul, en 1777:

Pour la plus grande durée possible d'une éclipse	le long de l'équateur	$4^h 29^m 44^s$
	sous le parallèle de Paris	$3^h 26^m 32^s$
Pour la plus grande durée possible de la phase annulaire	le long de l'équateur	$12^m 24^s$
	sous le parallèle de Paris	$9^m 56^s$
Pour la plus grande durée possible de l'obscurité totale	à l'équateur	$7^m 58^s$
	sous le parallèle de Paris	$6^m 10^s$

L'éclipse totale de 1706 dura, à Montpellier	$4^m 10^s$
L'éclipse totale de 1715 dura, à Londres	$3^m 57^s$
L'éclipse totale de 1724 dura, à Paris	$2^m 16^s$
A bord du vaisseau *l'Espagne*, l'éclipse totale de 1778 dura	$4^m 0^s$
L'éclipse totale de 1806 dura, à Kinderhook, en Amérique	$4^m 37^s$

» Les historiens de l'antiquité ont fait mention de quelques éclipses *totales* de Soleil, vraies ou fausses; par exemple :

» De l'éclipse qui, suivant Hérodote, arriva pendant une bataille entre les Lydiens et les Mèdes. .... 603 ans avant notre ère. (Elle n'est rien moins que certaine. Costard adopte la date de 630.)

» D'une éclipse prédite par Thalès, pour.... 585
(C'est une autre date de l'éclipse préeédente.)

» De l'éclipse qui fit presque naître une révolte dans l'armée de Xerxès en............. 480
(Éclipse fort douteuse.)

» De l'éclipse qui eut lieu quand Périclès partit pour le Péloponnèse en................. 431

» De l'éclipse qui coïncida avec la marche d'Agathocle contre Carthage en.............. 310

» Postérieurement à J.-C., nous trouvons, dans les historiens, qu'on a vu :

» L'éclipse totale de la mort d'Agrippine, en 59; les éclipses totales de 98; de 237, 360, 484, 787, 840, 878, 957, 1133, 1187, 1191, 1241, 1415, 1485, 1544, 1560, 1567, 1605.

» Les dates des éclipses annulaires les plus certaines sont :

» L'année 44, avant notre ère; dans notre ère, les années 334, 1567, 1598, 1601, 1737, 1748, 1764, 1820, 1836.

» Il y aura une éclipse annulaire à Paris le 9 octobre 1847.

» Les témoignages concernant les éclipses totales n'avaient pas convaincu Tycho. Appuyé sur quelques mesures de diamètres angulaires faites à l'œil nu et qui lui semblaient établir que le diamètre de la Lune ne pouvait jamais paraître de la Terre aussi grand que celui du Soleil, il alla, en 1600, jusqu'à élever des doutes sur la réalité d'un phénomène qui avait alors encore des milliers de témoins vivants : il n'admit pas la relation donnée par Clavius de l'éclipse totale observée à Coimbre en 1560, ni même celle de l'éclipse totale arrivée à Torgau en 1598.

» Peu d'années suffirent pour montrer à quel point de fausses déterminations avaient induit Tycho en erreur. En 1605, il y eut une grande éclipse de Soleil qui, à Naples, fut totale pendant quelques instants. Depuis on a *observé*, comme je le disais plus haut, des éclipses totales en 1706, en 1715, en 1724, en 1778, en 1806.

» Ainsi les astronomes ne courent point le risque de se tromper : l'éclipse du 8 juillet prochain sera réellement totale dans toutes les villes pour lesquelles le calcul a donné cette phase. Si au XVIIe siècle certaines éphémérides indiquèrent pour Rome et le 12 juillet 1684 une éclipse totale durant laquelle, en fait, les trois quarts seulement du Soleil disparurent, c'était la faute des tables, et aussi, quelque peu, celle des calculateurs. Aujourd'hui on n'est pas exposé à de semblables mécomptes; aujourd'hui les prédictions du commencement et de la fin du phénomène seront exactes à quelques secondes près, tandis qu'en 1706, suivant les observations de Montpellier, les tables de La Hire donnèrent encore des erreurs de 4 et de 5 minutes.

De la couronne lumineuse dont la Lune est entourée pendant une éclipse totale de Soleil.

» Il n'existe pas de relation moderne quelque peu détaillée d'une éclipse totale, dans laquelle il ne soit fait mention d'une couronne lumineuse dont la Lune paraissait entourée après la disparition entière du Soleil, et qui contribuait à tempérer l'obscurité.

» Je ne sais si cette couronne ne fut pas la cause de la *clarté crépusculaire* que signalent les relations de l'éclipse totale de 98. Plutarque disait : « La Lune laisse déborder autour d'elle, dans les éclipses, une » partie du Soleil, *ce qui diminue l'obscurité.* » Ces derniers mots portent à penser qu'il parlait alors plutôt des éclipses totales que des éclipses annulaires, pendant lesquelles il n'y a réellement qu'un affaiblissement de lumière.

» Des observateurs inhabiles avaient classé l'éclipse de 1567 parmi les éclipses annulaires, par la raison que la Lune, au plus fort du phénomène, parut entourée d'un anneau lumineux. Képler en fit une éclipse totale. L'anneau lumineux, suivant l'illustre astronome, pouvait s'expliquer de deux manières : ou en admettant que l'éther était enflammé dans le voisinage du Soleil, ou en supposant que certains rayons partis des bords du grand globe, arrivaient à la Terre *après avoir subi une réfraction dans l'air de la Lune.*

» Képler développa ces idées à l'occasion de l'auréole remarquée à Torgau pendant l'éclipse totale de 1598.

» L'éclipse de 1605 fut certainement totale à Naples pendant quelques instants. La Lune s'y montra, toutefois, comme un nuage noir entouré d'une auréole resplendissante *qui occupait une grande partie du ciel.*

» Jusqu'à présent nous n'avons découvert dans les anciens ouvrages, que des relations imparfaites et sans précision de l'auréole lunaire. L'éclipse de 1706 nous fournira une description du phénomène vraiment scientifique :

« Dès que le Soleil fut entièrement éclipsé, disent Plantade et Clapiés, » on vit la Lune environnée d'une lumière très-blanche, qui formait » autour du disque de cette planète une espèce de couronne de la largeur » d'*environ trois minutes.* Dans ces bornes cette lumière conservait une » égale vivacité, qui se changeant ensuite en une faible lueur, formait au- » tour de la Lune une aire circulaire d'environ *quatre degrés* de rayon et se » perdait insensiblement dans l'obscurité. »

» Les lecteurs seront satisfaits, je pense, de trouver ici une traduction littérale des lignes que Halley écrivait en 1715, à l'occasion de la couronne lumineuse lunaire :

« *Quelques secondes avant* que le Soleil fût totalement caché, on aper- » çut autour de la Lune un anneau lumineux d'une largeur égale au dou- » zième, ou peut-être même au dixième du diamètre de ce dernier astre. » Sa teinte était le blanc pâle, ou, si on l'aime mieux, le blanc de perle. *Il » me sembla légèrement teint des couleurs de l'iris.* Son centre me parut » coïncider avec celui de la Lune, d'où je tirai la conséquence que l'anneau » était l'atmosphère lunaire. Cependant, comme la hauteur de cette atmos- » phère serait de beaucoup supérieure à celle de l'atmosphère terrestre; » comme, d'autre part, des observateurs trouvèrent que la largeur de l'an- » neau augmentait à l'ouest de la Lune à mesure que l'émersion appro- » chait..... je parle de mon résultat avec moins de confiance; je dois même » confesser que je ne donnai pas à la question toute l'attention nécessaire. »

» Pendant cette même éclipse totale de 1715, Louville, de l'Académie des

Sciences, qui s'était rendu à Londres, vit aussi la couronne lumineuse.

» Elle lui parut couleur d'argent. La lumière était plus vive vers le bord de la Lune et diminuait graduellement d'intensité jusqu'à sa circonférence extérieure. Cette circonférence, quoique très-faible, était assez bien dessinée. Dans le sens des rayons *la couronne ne paraissait pas également lumineuse partout* : on y remarquait diverses *interruptions*, ce qui lui donnait quelque ressemblance avec *les gloires* dont les peintres entourent la tête des saints.

» Louville reconnut que *la couronne lumineuse avait exactement le même centre que la Lune*. Si elle se fût trouvée concentrique au Soleil, le bord de la Lune en eût couvert la moitié occidentale au commencement de l'obscurité, et la moitié orientale à la fin. Louville croyait que de pareilles variations ne lui auraient pas échappé.

» Gardons-nous d'oublier que vers la fin de l'éclipse totale de 1715, Louville vit autour du limbe de la Lune, pendant qu'il se projetait encore sur le Soleil, *un cercle d'un rouge très-vif*. L'académicien de Paris s'assura, dit-il, que cette couleur persistait quand le cercle se peignait au centre même de la lunette, et qu'elle ne pouvait dès lors être attribuée à l'absence d'achromatisme.

» En 1724, Maraldi trouva que la couronne lumineuse *n'était pas concentrique à la Lune*. Au commencement de l'éclipse, elle paraissait plus large à l'orient qu'à l'occident. A la fin, au contraire, elle sembla plus grande vers l'occident qu'elle ne l'était à l'orient. Maraldi remarqua encore que la largeur au bord septentrional, surpassait la largeur sur le bord opposé.

» Pour rencontrer, après l'observation de 1724, quelque chose d'utile sur la couronne lunaire, il nous faudra franchir un intervalle de 54 ans. A la date de 1778, Don Antonio de Ulloa nous apprendra que dans l'éclipse du 24 juin, la couronne avait une largeur égale au sixième du diamètre de l'astre; que sa circonférence intérieure était *rougeâtre*, qu'un peu au delà se voyait un jaune pâle, et que ce jaune allait graduellement en s'affaiblissant jusqu'au bord extérieur, où la teinte paraissait entièrement blanche.

» La couronne de 1778, dit l'amiral espagnol, *était à peu près également brillante dans toute sa largeur!* Elle se montra cinq ou six secondes *après* l'immersion totale du Soleil; elle disparut quatre ou cinq secondes *avant* que le bord de cet astre émergeât de dessous le disque obscur de la Lune. De la couronne lunaire partaient, *çà* et *là*, des rayons lumineux perceptibles jusqu'à des distances égales au diamètre angulaire de notre satellite; tantôt plus, tantôt moins. Le tout, « semblait avoir un mouvement rapide » circulaire, pareil à celui d'un artifice embrasé, mis en jeu sur son centre! »

» L'éclipse totale de 1806 fut observée, en Amérique, par Bowditch et

Ferrer. Dans son Mémoire, Bowditch dit seulement que la Lune se montra entourée d'un anneau de lumière très-étendu. Ferrer, au contraire, est net et explicite.

» L'anneau paraissait avoir *le même centre que le Soleil;* sa largeur s'élevait à *six minutes;* sa nuance était le *blanc de perle.* Il partait *des bords* de l'anneau *des rayons* qui s'étendaient jusqu'à 3 degrés de distance. C'est, comme on voit, la *gloire* signalée par Louville et Ulloa, mais sur une plus grande échelle.

De certaines irrégularités qui se manifestent au moment où les bords de la Lune se trouvent intérieurement à de petites distances des bords du Soleil.

» Au moment où le bord occidental de la Lune commence à se détacher intérieurement du bord occidental du Soleil, il paraît dentelé comme une scie. Les dents augmentent incontinent de grandeur et d'espacement, et leur nombre diminue. Bientôt les deux limbes ne paraissent plus réunis que par quelques *traits rectilignes* (8 à 10), *larges, parallèles, complétement noirs* et *parfaitement définis.* Tous ces traits, enfin, disparaissent subitement. Les choses se passent comme s'il existait entre les limbes des deux astres une matière glutineuse noirâtre, adhérente à certains points du Soleil, et que le mouvement de la Lune étirerait jusqu'à la rupture instantanée des ligaments.

» Pendant le mouvement du bord oriental de la Lune vers le bord oriental du Soleil, les phénomènes se reproduisent en sens inverse : les lignes noires et parallèles naissent les premières et subitement; la forme de grande scie succède à ces lignes; enfin, avant l'entière occultation du Soleil, le limbe de la Lune est comme un chapelet composé de grains irréguliers, noirs et lumineux.

» Ces diverses irrégularités noirâtres avaient été aperçues plus ou moins distinctement par d'anciens astronomes. M. Baily les a nettement observées en Écosse pendant l'éclipse annulaire du 15 mai 1836, et il en a donné une description détaillée et intéressante dans le tome X des *Mémoires de la Société astronomique de Londres.*

» Comme si ces phénomènes n'étaient pas déjà assez extraordinaires, voilà qu'un observateur américain annonce, dans une Note récemment arrivée en Europe, que la dentelure, que les traits rectilignes et parallèles qui joignent les deux limbes, ne se voient pas quand on fait usage de verres verts, et qu'ils sont, au contraire, très-apparents à travers des verres rouges. L'auteur anonyme cite plusieurs circonstances et plusieurs villes où, suivant lui, le fait aurait été constaté.

Des lueurs observées sur la surface de la Lune pendant certaines éclipses totales de Soleil.

» Louville rapporte que pendant la durée de l'obscurité totale, en 1715, il vit, à Londres, sur la surface de la Lune, des fulminations semblables à celles qui résulteraient de l'inflammation d'une traînée de poudre. Ces fulminations étaient instantanées et serpentantes, comme les éclairs terrestres; elles se montraient tantôt dans un endroit, tantôt dans un autre, mais surtout vers *le bord oriental.*

» Halley remarqua aussi des lueurs, des éclairs dans tous les sens, mais particulièrement *vers le bord occidental*, et quelque temps avant l'émersion.

» Un autre astronome, dont le nom m'est inconnu, adressa à la Société royale de Londres une représentation graphique de l'éclipse de 1715, dans laquelle les éclairs se prolongeaient *jusqu'au centre de la Lune.*

» En 1724, les astronomes de Paris, parfaitement avertis par les Mémoires de Louville et de Halley, ne parvinrent, cependant, à découvrir à la surface de notre satellite aucune sorte de lumière.

» En 1778, Ulloa, Aranda et Wintuisen virent sur la Lune, dans la région du *nord-ouest, une minute un quart* avant la réapparition du Soleil, un point lumineux qui brilla successivement comme les étoiles de quatrième, de troisième et de seconde grandeur.

» Enfin, en 1806, Ferrer n'aperçut aucune lumière à la surface de la Lune. Le télescope, dans un certain moment, lui montra seulement une colonne déliée de fumée qui sortait de la région occidentale de l'astre.

De l'obscurité pendant les éclipses totales de Soleil.

» L'obscurité, pendant les éclipses totales de Soleil, n'est pas à beaucoup près aussi complète qu'il faudrait le croire, si on s'en rapportait à des relations évidemment empreintes de l'exagération qu'enfante toujours la frayeur.

» Les historiens de l'éclipse de 1560, par exemple, ont été certainement au delà de la vérité, en disant qu'après la disparition du Soleil on ne voyait pas assez pour poser le pied; *que les ténèbres étaient plus profondes que celles de la nuit.*

» Le meilleur moyen de caractériser l'obscurité qui régna pendant les anciennes éclipses totales de Soleil, est évidemment de citer le nombre et la grandeur des étoiles qui furent aperçues à l'œil nu.

» D'après ce *criterium*, l'éclipse d'Agathocle, l'éclipse de 310 avant Jésus-Christ, aurait été d'une obscurité exceptionnelle, car on rapporte que *les étoiles apparaissaient de toutes parts*.

» Pendant l'éclipse de 1706, Plantade et Clapiés virent, à l'œil nu, Vénus, Mercure, Saturne, Aldébaran et d'autres étoiles qui ne sont pas nommées.

» En 1715, Halley aperçut à la simple vue et en regardant au hasard, Vénus, Mercure, la Chèvre et Aldébaran. On devait s'attendre à une apparition d'étoiles plus nombreuse, car la couronne lunaire répandait beaucoup moins de lumière que n'en donne la pleine Lune; car *elle n'engendrait même pas d'ombres sensibles*. Mais il y avait au loin, sur l'horizon de Londres, des parties de l'atmosphère éclairées par le Soleil, lesquelles, à leur tour, jetaient, dans les régions de l'air avoisinantes, une clarté diffuse, un voile lumineux qui aurait pu faire croire à l'existence d'un brouillard, et dont la disparition des petites étoiles était, en tout cas, la conséquence. En regardant dans une direction où, à cause de la position du cône d'ombre, cette lumière secondaire devait exister en beaucoup moindre abondance, Halley aperçut jusqu'à vingt-deux étoiles.

» Louville dit que pendant l'éclipse totale de 1715 on ne voyait pas assez clair pour lire, quoiqu'on distinguât les lignes de l'écriture. Il aperçut quelques étoiles de seconde grandeur.

» On se rappelle que, suivant Ulloa, 4 à 5 secondes s'écoulent entre le moment de la disparition totale du Soleil et celui de l'apparition de l'anneau lunaire. Le même astronome assure avoir remarqué que la disparition de l'anneau précède de 4 à 5 secondes l'instant de la réapparition du Soleil à l'Occident. Pendant l'existence de l'anneau, Ulloa ne voyait à l'œil nu que les étoiles de première grandeur. Il apercevait celles de seconde quand l'anneau n'existait pas.

» Ferrer jugea, en 1806, qu'il y avait dans l'air et sur la terre, après la disparition entière du Soleil, plus de clarté que n'en répand la pleine Lune.

Coloration des objets terrestres lorsque l'obscurité provenant des éclipses de Soleil, est arrivée à un certain degré.

» Quelques témoins de l'éclipse totale de 840, disent que la couleur des objets terrestres changea.

» Voici textuellement un passage du Mémoire où Plantade et Clapiés, sans connaître la remarque faite en 840, rendirent compte de l'éclipse totale qu'ils observèrent à Montpellier, le 12 mai 1706 :

« On remarqua que suivant le progrès ou la diminution de l'éclipse, les » objets changèrent de couleur. Au huitième doigt (quand les deux tiers du » diamètre du Soleil étaient sous la Lune), tant avant qu'après l'obscurité » totale, ils étaient d'un *jaune orangé*. Quand l'éclipse fut parvenue à un » un peu plus de 11 doigts et demi (quand il n'y avait plus de visible que » la vingt-cinquième partie du diamètre du Soleil), les objets parurent *d'un* » *rouge tirant sur l'eau vinée*. »

» Malgré la netteté, la précision de ce passage, j'ai cru devoir chercher si d'autres observateurs modernes n'auraient pas aperçu aussi le changement de couleur signalé par Clapiés et Plantade. Le Mémoire de Halley sur l'éclipse totale de 1715, m'a fourni les lignes qu'on va lire :

« Quand l'éclipse fut arrivée à 10 doigts (au moment où la Lune couvrit » les $\frac{10}{12}$ du diamètre du Soleil), l'aspect et la couleur du ciel commencèrent » à changer; le bleu d'azur devint une couleur livide, mélangée d'une » nuance de pourpre. »

Des effets que le passage subit du jour à la nuit produit sur les animaux.

» *Riccioli* rapporte qu'au moment de l'éclipse totale de 1415, on vit, en Bohême, des oiseaux tomber morts de frayeur.

» La même chose est rapportée de l'éclipse de 1560 : « Les oiseaux, » chose merveilleuse (disent des témoins oculaires), saisis d'horreur, tom- » baient à terre. »

» En 1706, à Montpellier, « les chauve-souris voltigeaient comme à l'en- » trée de la nuit. Les poules, les pigeons, coururent précipitamment se » renfermer. Les petits oiseaux qui chantaient dans les cages se turent » et mirent la tête sous l'aile. Les *bêtes qui étaient au labour s'arrê-* » *tèrent*. »

» La frayeur produite chez les bêtes de somme par le *passage subit* du jour à la nuit, est constatée aussi dans le Mémoire de Louville relatif à l'éclipse de 1715 : « Les chevaux, y est-il dit, qui labouraient ou » marchaient sur les grandes routes, se couchèrent. Ils refusèrent d'a- » vancer. »

Réflexions et recommandations soumises aux observateurs.

» La couronne lumineuse annulaire devra, par-dessus tout, fixer l'attention des observateurs.

» Cette couronne est-elle centrée sur la Lune ou sur le Soleil ? A cet

égard, on a dû le remarquer, les relations sont contradictoires. Halley, Louville, trouvèrent que le centre de la couronne coïncidait avec celui de la Lune. Suivant Maraldi et Ferrer, au contraire, le centre de la couronne serait toujours celui du Soleil.

» Si la première de ces opinions est exacte, le cercle lumineux qui déborde le corps obscur de la Lune, ne sera plus l'atmosphère solaire, et il faudra chercher des preuves de l'existence de cette atmosphère dans d'autres phénomènes. Établissons la vérité de l'assertion, afin de montrer combien la question est capitale.

» Si l'atmosphère du Soleil existe, il est probable qu'elle a la même largeur en tout sens. Il est particulièrement indubitable que dans les régions solaires équatoriales, à l'est et à l'ouest par exemple du disque apparent, cette atmosphère s'étendra de quantités égales au-dessus des parties condensées et vivement lumineuses de l'astre.

» Ceci convenu, donnons à la Lune un diamètre angulaire supérieur à celui du Soleil (ce qui est de vérité nécessaire le jour d'une éclipse *totale*), et voyons-la se mouvoir dans l'espace, de l'occident à l'orient.

» Le bord *oriental* de notre satellite atteint extérieurement le bord *occidental* du Soleil; l'éclipse proprement dite commence. Après un temps assez long, le même bord *oriental* de la Lune atteint intérieurement, c'est-à-dire par sa portion concave, le bord *oriental* du Soleil : c'est le commencement de l'éclipse totale. A ce moment le bord *occidental* de la Lune déborde le bord *occidental* du Soleil d'une quantité égale à la différence des diamètres des deux astres. Ainsi, à l'instant même où l'éclipse totale commence, la Lune nous dérobe à l'occident la vue d'une portion de l'atmosphère solaire, tandis qu'elle ne nous cache absolument rien à l'orient. Le contraire a lieu quand l'éclipse totale finit. Il faudra donc, au commencement et à la fin de l'obscurité totale, mesurer, à l'orient et à l'occident, et aussi dans les autres directions, la largeur de la couronne lumineuse.

» Ces mesures pourront se faire avec des instruments à réflexion; avec des lunettes prismatiques de Rochon; avec des lunettes de grossissements modérés, portant au foyer un certain nombre de fils fixes, espacés de minute en minute. Chacun de ces moyens d'observation pourra avoir ses avantages, suivant l'éclat de la couronne, suivant la netteté de son contour extérieur.

» Est-il vrai, comme le dit Ulloa, que la couronne se montre cinq ou six secondes seulement *après le commencement* de l'éclipse totale, et qu'elle

disparaisse quatre ou cinq secondes *avant la fin* de l'obscurité? Cette double assertion exige d'autant plus d'être vérifiée, que Halley déclare avoir aperçu le phénomène avant l'entière disparition du Soleil.

» Est-il vrai, comme Halley l'a reconnu en 1715, qu'en plein air l'auréole lumineuse lunaire ne forme pas d'ombre?

» *La couronne* a offert des couleurs à Halley, à Louville, à Ulloa. Cela doit faire supposer qu'elle est un phénomène de diffraction. Il sera donc important de caractériser nettement toute la série de couleurs visibles, et d'en déterminer l'étendue angulaire. Ces mesures, comparées à celles qu'on obtiendra en faisant naître, comme Delille, de l'Académie des Sciences, une couronne artificielle autour d'un globe opaque se projetant sur le Soleil et le débordant un peu, deviendront la pierre de touche qui dissipera tous les doutes.

» La couronne offre-t-elle des interruptions, des rayons divergents qui la fassent ressembler aux *gloires des saints?* Il sera très-utile de noter si le phénomène est régulier. Dans le cas contraire, et c'est le plus probable, il faudra voir où les rayons aboutissent *sur le limbe* de la Lune; il faudra rechercher, autant que possible, si les points de départ de ces rayons correspondent à des vallées ou à des montagnes.

» Il n'est nullement probable que la lumière de la couronne lumineuse lunaire puisse offrir des traces de polarisation. Il sera bon, cependant, de s'assurer du fait à l'aide d'un polariscope.

» Après les observations destinées à décider si la couronne lumineuse lunaire est ou n'est pas centrée sur le Soleil, rien ne sera plus utile que d'étudier le mode d'apparition de la dentelure qu'offre la Lune aux époques des attouchements intérieurs des deux disques; la manière dont les dents se confondent, changent de grandeur, de forme et s'évanouissent. Aujourd'hui on ne sait rien de précis sur *le nombre de* SECONDES qui sépare la naissance du chapelet, de la disparition des traits noirs parallèles. Ces données de l'expérience ne suffiront peut-être pas pour faire découvrir d'ici à longtemps la cause physique de phénomènes aussi singuliers; mais il est évident que cette cause, fût-elle trouvée, serait tenue pour incertaine tant qu'elle n'aurait pas subi l'épreuve des vérifications numériques dont je demande de recueillir soigneusement les éléments.

» Les lumières serpentantes observées à la surface de la Lune, en 1715, par Louville et Halley; ces lumières que l'académicien de Paris considérait comme des éclairs provenant de plusieurs orages qui éclataient au moment de l'éclipse en divers points de l'atmosphère de notre satellite, pourraient, ce me semble, être expliquées autrement.

» Le Soleil est plus gros que la Lune et il en éclaire toujours plus de la moitié. Au moment même de l'éclipse centrale, des rayons solaires pénètrent donc dans l'hémisphère tourné vers la Terre. Ne serait-il pas possible que ces rayons arrivassent jusqu'à la portion de la Lune que nous apercevons, nous fussent renvoyés après des réflexions plus ou moins multiples opérées sur des flancs de montagnes volcaniques lunaires, et donnassent ainsi à la lumière une apparence trompeuse de mobilité. Voilà pour les éclairs voisins des bords. Les éclairs du centre tiennent peut-être à une cause différente. Les rayons solaires se réfléchissent à peu près régulièrement sur les nappes liquides terrestres. Si en dehors de la région plongée dans l'ombre de l'éclipse, une de ces nappes *d'une étendue bornée* est disposée de manière que les rayons qu'elle réfléchit atteignent la Lune, ces rayons y opéreront un éclairement partiel; ils tomberont successivement sur divers points, à cause du mouvement de rotation de la Terre. N'est-ce pas là le caractère essentiel du phénomène. Je ne sais s'il ne serait pas possible de soutenir également que les éclairs de Halley, de Louville étaient dans l'atmosphère terrestre. S'emparer, pendant ces apparitions lumineuses, des circonstances qui pourraient permettre de choisir entre ces trois hypothèses, tel doit être le but principal des observateurs. Il est évident, par exemple, que la troisième de ces explications serait à jamais éliminée, si dans des lieux de la Terre un peu éloignés l'un de l'autre, tels que Perpignan et Digne, on avait vu les lueurs apparaître vers les mêmes régions.

» Il faudra jeter un coup d'œil attentif sur la partie nord-ouest de la Lune. Ulloa la croyait percée d'outre en outre. Il imaginait que le point lumineux observé en 1778 était une très-petite portion du Soleil vue à travers une étroite ouverture. Lalande calcula que pour satisfaire à toutes les circonstances de l'observation de l'amiral espagnol, l'ouverture devait se trouver à quinze lieues de la tangente au bord de la Lune passant par la Terre, résultat d'où il concluait ensuite qu'elle avait cent-neuf lieues de longueur. Ce ne serait donc que par un concours de circonstances extrêmement rares, que par des mouvements de libration très-particu-

liers, qu'un si long trou serait, un certain jour, dirigé exactement vers un lieu donné. Le peu de probabilité d'une pareille rencontre ne devra pas empêcher, je le répète, de regarder un instant avec attention le bord nord-ouest de notre satellite.

» Il va sans dire qu'en chaque lieu on cherchera à déterminer le nombre et la grandeur des étoiles qui deviendront visibles à l'œil nu pendant l'obscurité totale.

» L'impossibilité, jusqu'ici parfaitement constatée, d'apercevoir les taches de la Lune à l'aide de la lumière que la Terre leur envoie pendant les éclipses totales de Soleil, est une sorte de définition intrinsèque de la clarté répandue dans notre atmosphère aux moments les plus sombres de ces éclipses. Cette définition n'est pas à dédaigner. Il ne sera pas difficile, en effet, d'y appliquer des nombres. Chercher à entrevoir les taches avec les lunettes qui les montrent ordinairement le mieux dans la lumière cendrée, je veux dire avec les lunettes de nuit, ne sera pas une recherche sans utilité.

» Si la très-courte durée de l'obscurité n'y mettait obstacle, on trouverait certainement des résultats curieux en dirigeant successivement un polarimètre sur toutes les régions atmosphériques voisines du cône d'ombre. Mais tant d'observations ne sauraient être faites en $2^m \frac{1}{4}$; il faudra se borner aux plus importantes.

» La légère coloration que l'atmosphère et les objets terrestres éprouvent au moment où une grande partie du Soleil est cachée, semble impliquer qu'alors il nous arrive, avec une quantité de lumière blanche, quelques rayons élémentaires (rouges, orangés et jaunes), isolés, séparés des autres. Cette décomposition de la lumière blanche peut s'opérer par voie de diffraction sur le bord de la Lune, et, dans ce cas, le limbe de l'astre observé directement doit paraître irisé. Ces iris existent-ils toujours? ne commencent-ils à être sensibles et à produire une coloration appréciable sur la Terre, qu'au moment où leur largeur est dans un certain rapport avec celle du segment du Soleil resté visible et blanc? C'est ce qu'il faudra décider. L'emploi de verres *colorés* devra donc être totalement proscrit dans la future observation de l'éclipse totale. Il sera indispensable que les astronomes aient recours aux combinaisons de verres qui laissent au Soleil toute sa blancheur naturelle.

» Si absorbés par d'autres soins, les astronomes abandonnent à des ama-

teurs l'observation de la coloration des objets terrestres et de l'atmosphère, ils devront les tenir en garde contre les effets des contrastes. Il sera nécessaire qu'on soit bien averti que la présence de quelque lumière artificielle pourrait communiquer aux objets éclairés directement par l'auréole lunaire et, secondairement, par l'atmosphère, des colorations sans réalité. A une époque où l'on semble prendre à tâche d'oublier qu'un objet blanc peut paraître coloré, par opposition ; devenir vert, par exemple, à raison du voisinage d'une lumière rouge intense, de pareilles recommandations ne sauraient être inutiles.

» Pendant une éclipse, la Lune se projette en noir sur le Soleil et dans sa vraie forme. La région du Soleil restée visible est donc toujours limitée par deux portions de circonférence de cercle. Dans les points où ils se rencontrent, ces deux arcs, l'un obscur, l'autre lumineux, forment des angles curvilignes qu'on appelle *les cornes*. A certains moments, les cornes peuvent devenir très-aiguës, très-effilées.

» Les rayons lumineux, provenant du Soleil, qui dessinent en clair le sommet même des cornes et les parties environnantes, ont rasé la surface de la Lune pour arriver à la Terre. Si la Lune est entourée d'une atmosphère sensible, ces rayons auront été déviés; la forme circulaire du Soleil s'en trouvera altérée; *les cornes* offriront des inflexions, des irrégularités locales sur lesquelles il sera très-utile que les observateurs portent leur attention.

» Ce n'est pas seulement par l'observation des cornes qu'on peut espérer d'arriver à quelques notions plus ou moins précises touchant l'atmosphère de la Lune. Les gaz, les vapeurs arrêtent toujours une portion de la lumière qui les traverse. Si notre satellite a une atmosphère, la grande tache noire qu'il forme en se projetant sur le Soleil, doit être entourée parallèlement d'une sorte de pénombre, je veux dire d'une zone étroite correspondant à cette atmosphère. Dans toute l'étendue de la zone en question, la lumière solaire sera un peu affaiblie. On n'a pas assez profité, pour constater cet affaiblissement, des facules allongées dont la surface du Soleil est parsemée. Les facules allongées ont ordinairement un éclat uniforme dans toute leur étendue. Le bord de la Lune se promène-t-il transversalement le long d'une d'entre elles? Rien ne sera plus facile que de décider si la partie voisine du disque noir a la même intensité que le reste. La moindre distorsion provenant d'une réfraction dans l'atmosphère de la Lune, deviendrait également visible de cette manière. En un mot,

l'observation de certaines facules me semble devoir être recommandée de préférence à celle des *noyaux* des grandes taches, quoiqu'en général les astronomes s'en soient peu occupés.

» Halley rapporte qu'en 1715 le segment *oriental* du Soleil qui resta le dernier visible, pouvait être impunément regardé dans la lunette sans verre coloré, et qu'il n'en fut pas ainsi, à la fin de l'éclipse, du segment *occidental* qui reparut le premier.

» Pour expliquer ce phénomène le grand observateur se montra disposé, comme de raison, à faire jouer à l'œil le principal rôle. Ainsi il reconnaissait qu'à la fin de l'éclipse, la pupille, plus dilatée qu'au commencement, devait donner passage à plus de lumière; mais une seconde cause lui semblait avoir dû influer. « La partie orientale de la Lune, disait-il, » venant d'être échauffée pendant une période égale à près de quinze de nos » jours, ne pouvait manquer d'avoir eu son atmosphère remplie des va- » peurs qu'une si longue action solaire avait dû élever. D'après les condi- » tions physiques de cette atmosphère orientale, elle devait donc affaiblir » sensiblement l'éclat des rayons solaires qui la traversaient. Le bord » occidental venait, au contraire, d'éprouver une nuit de même durée » (d'une quinzaine de jours), pendant laquelle les vapeurs soulevées dans » la période précédente s'étaient précipitées. Les rayons qui traversaient » cette seconde région atmosphérique plus pure, plus transparente, de- » vaient être très-vifs. »

» Ceux qui croiraient encore ces conjectures dignes de vérification, trouveraient aisément, ce me semble, les moyens de sortir de l'incertitude qu'éprouvait Halley. Pour mettre de côté toute influence de l'ouverture de la pupille, ils n'auraient qu'à adapter à leur lunette un grossissement tellement puissant que la largeur du faisceau parallèle sortant de l'oculaire, fût inférieure au diamètre que conserve la pupille dans ses plus fortes réductions. Les effets de l'éblouissement, de la fatigue seraient éliminés à leur tour, en consacrant à l'observation de l'immersion et de l'émersion du Soleil, l'œil constamment couvert qui n'aurait pas servi à l'étude des autres phases. Il résulte, en effet, si j'ai bonne mémoire, de diverses expériences de Du Fay, que l'éblouissement d'un œil ne se communique pas à l'autre.

» Supposons le Soleil entouré d'une atmosphère. Les rayons qui nous viendront des bords de l'astre auront traversé cette atmosphère dans une

plus grande épaisseur que les rayons émanant du centre. Il n'est donc pas certain que les deux espèces de rayons seront parfaitement identiques. Par exemple, les bandes de Fraunhofer pourraient y démontrer des dissemblances provenant des absorptions inégales que les faisceaux lumineux auraient subies en traversant des épaisseurs diverses de l'atmosphère solaire. L'expérience a été faite avec un résultat négatif, pendant l'éclipse annulaire de 1836. Je ne propose pas de la renouveler. Il est inutile de consacrer la très-courte durée d'une éclipse à des observations qui peuvent être faites tous les jours de l'année.

» On a souvent espéré pouvoir décider, d'après la marche du thermomètre pendant la durée d'une éclipse, si toutes les parties du Soleil sont également lumineuses. Ce genre d'observation ne me semble pas, du moins cette fois, devoir prendre le temps des astronomes : le Soleil sera trop bas en France pour qu'on puisse espérer que la marche du thermomètre aura une grande régularité. D'ailleurs les intensités comparatives, thermométriques ou photométriques, des divers points du disque solaire peuvent être établies directement.

» *Sénèque* nous apprend que *Possidonius* vit une comète au moment d'une éclipse totale de Soleil. On a rapporté l'observation à l'année 462 avant notre ère. Cette année il y eut, en effet, à Athènes, une éclipse totale.

» L'an 418 après J.-C., du temps de l'empereur Théodose, on aperçut aussi, dit-on, une comète pendant une éclipse totale de Soleil.

» Je ferai donc une chose toute naturelle en recommandant aux observateurs de la future éclipse, de s'entourer de personnes qui, pendant la durée de l'obscurité totale, chercheront si quelque comète ne serait pas sur l'horizon.

» Nous rapporterons, en finissant, le tableau des principales circonstances numériques de la prochaine éclipse, tel que l'a dressé M. Largeteau, membre adjoint du Bureau des Longitudes. Il n'y a rien que de très-légitime dans le scrupule qu'a eu l'habile astronome de pousser ses calculs jusqu'à la précision des secondes. Nos tables permettent, en effet, de répondre aujourd'hui de quantités de cet ordre. Il n'en était pas de même dans les premières années du XVIIIe siècle. Alors on voyait, en effet, le commencement ou la fin d'une éclipse différer, en temps, de dix à douze minutes du résultat calculé sur les tables de La Hire.

Principales circonstances de l'éclipse totale de Soleil visible dans le midi de la France dans la matinée du 8 juillet 1842.

	Lever du Soleil.	Commencement de l'éclipse.	Commencement de l'éclipse totale.	Fin de l'éclipse totale.	Fin de l'éclipse.	Plus courte distance des centres
	h. m.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	
Perpignan...	4.31	4.53.21	5.46.14	5.48.28	6.45.47	1",8
Montpellier.	4.28	4.57.53	5.51.20	5.53.12	6.51. 6	21 ,5
Marseille...	4.29	5. 3. 4	5.56.50	5.58.50	6.57.12	18 ,5
Digne......	4.26	5. 7.12	6. 1. 8	6. 3.28	7. 2. 3	1 ,4

» Les dates ci-dessus sont exprimées en temps moyen compté de minuit et à partir du méridien inférieur de chacune des villes correspondantes. Si l'on voulait exprimer ces mêmes dates en temps vrai, il faudrait retrancher $4^m\,34^s$ des époques contenues dans le précédent tableau.

» La première impression du disque lunaire aura lieu à l'occident et à 41° de l'extrémité supérieure du diamètre vertical du Soleil. »

M. **Magendie** fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de faire paraître sous le titre de « *Recherches physiologiques et cliniques sur le liquide céphalo-rachidien ou cérébro-spinal.* » (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

M. **Babinet** fait, en son nom et en celui de MM. Arago et Becquerel, un Rapport sur plusieurs Mémoires, Notes, Communications et Lettres de M. **Durand**, de Bordeaux, relatives à toutes les sciences inorganiques et organiques.

Ce Rapport est terminé par la conclusion suivante :

« La Commission est d'avis de n'approuver en aucune manière les idées et les théories de M. Durand. »

Cette conclusion est adoptée.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un correspondant pour la Section de Physique. La liste présentée par la Section porte les noms suivants :

1°. M. Wheatstone, à Londres; 2° M. de Haldat, à Nancy; 3° M. Amici, à Florence; 4° M. Erman, à Berlin; 5° M. Matteucci, à Ferrare; 6° M. Weber, à Gœttingue.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 39,

M. Wheatstone obtient. . . .	21 suffrages.
M. de Haldat	8
M. Amici.	6
M. Weber.	3
M. Erman.	1

M. Wheatstone, ayant réuni la majorité des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches sur la composition de l'air confiné; par* M. F. Leblanc.

(Commissaires, MM. Dumas, Boussingault, Regnault.)

Après avoir passé en revue les diverses causes qui peuvent intervenir dans les effets d'altération de l'air d'une enceinte fermée, l'auteur expose les résultats de ses propres recherches, dont les chiffres sont inscrits dans le tableau ci-joint (page 869). Ses analyses ont été exécutées dans le laboratoire de M. Dumas; dans la plupart des cas on a dosé à la fois l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique, à l'aide des nouveaux procédés analytiques employés par MM. Dumas et Boussingault. Dans les autres expériences on s'est contenté du dosage de l'acide carbonique à l'aide d'un procédé qui,

à quelques modifications près, ressemble aux appareils connus d'aspiration de M. Brunner et de M. Boussingault.

L'auteur présente ensuite, dans les termes suivants, quelques considérations générales et les conclusions pratiques qui lui semblent pouvoir se déduire des expériences qu'il a exposées.

« 1°. Sans vouloir nier que diverses causes puissent concourir à rendre insalubre une atmosphère limitée, l'auteur annonce comme un fait d'expérience que la proportion, presque toujours appréciable, d'acide carbonique qui se trouve dans les lieux habités et fermés, croît avec le degré probable d'insalubrité, et peut en fournir à peu près la mesure. Plus la dose d'acide carbonique s'élève, plus la nécessité du renouvellement de l'air doit être considérée comme prochaine. Lorsque, par les effets de la respiration, cette proportion atteint 1 pour 100, le séjour des hommes dans une atmosphère pareille ne saurait se prolonger sans exciter bientôt une sensation de malaise prononcé; la ventilation devient indispensable si on veut que la respiration retrouve ses conditions normales.

» 2°. Les expériences de ventilation, indépendantes de toute idée théorique préconçue, assignent les nombres de 6 mètres cubes à 10$^{m.c.}$ pour la ration d'air à fournir à un homme par heure, si l'on veut maintenir sa respiration dans les conditions accoutumées. C'est là le résultat de nombreux tâtonnements faits sous la direction de M. Péclet, les assistants de l'enceinte ventilée étant eux-mêmes établis juges du manque ou de l'excès d'air sous l'influence de dosages variables.

» L'analyse nous apprend qu'avec un système de ventilation basé sur une ration d'air de 10 à 20$^{m.c.}$ par heure et par homme, l'air écoulé de l'enceinte peut encore présenter des proportions d'acide carbonique comprises entre 2 et 4 millièmes. Tel est le cas de la Chambre des Députés.

» 3°. La pureté de l'air dans une enceinte ventilée peut ne pas dépendre uniquement de la quantité qui afflue dans un temps donné; le mode d'accès et de sortie de l'air, par conséquent sa distribution, doivent avoir une influence sur son état chimique; le système de ventilation conçu sur les bases les plus larges, et qui opérerait la purification la plus complète, est celui où l'air expiré serait entraîné par un mouvement ascensionnel qui lui interdirait tout retour vers la zone de respiration.

» Tel paraît être le principe qui a guidé les constructeurs anglais dans les dispositions propres à assurer une ventilation efficace à la Chambre des Communes de la Grande-Bretagne; les orifices d'accès et de sortie de l'air

ont été bien plus multipliés qu'ils ne le sont dans nos salles ventilées (1).

» 4°. Comme on cherche, en général, à prendre à la température la moins sible, l'air destiné à la ventilation, on aurait intérêt, sous ce point de vue, à l'aller chercher dans des caveaux situés au-dessous du niveau du sol. Lorsqu'il s'est agi de discuter les moyens propres à assurer la ventilation de la Chambre des Pairs, M. Talabot avait même songé à amener l'air des carrières souterraines qui règnent sous le quartier Saint-Jacques; si cet ingénieur avait réalisé ce projet, on conçoit qu'il eût été très-important de s'assurer de la nature de l'air provenant d'une source semblable, et qui aurait pu déjà contenir trop d'acide carbonique.

» Je laisse à qui de droit le soin d'apprécier les perfectionnements dont les procédés de ventilation pourraient encore être susceptibles, et je me borne à signaler le parti qu'on pourra tirer, ce me semble, du dosage de l'acide carbonique pour apprécier à un instant et dans une position donnés l'état chimique de l'air : on aura ainsi une sorte de réactif pouvant fournir des indications de mesure utiles pour une ventilation bien entendue.

» 5°. Les nombres admis par M. Péclet offrent un certain accord avec les résultats de M. Dumas sur la respiration de l'homme; en effet, nous trouvons par le calcul, d'après les données de M. Dumas, $3^{m.c.}$ d'air amenés à 4 millièmes d'acide carbonique, ou $6^{m.c.}$ à 2 millièmes par homme et par heure.

» Mais la proportion d'acide carbonique n'est pas toujours réduite à ce chiffre en apparence dans la pratique, à cause de la distribution inégale de l'air frais dans les enceintes ventilées dont j'ai examiné l'air.

» A la Chambre des Députés, la proportion d'acide carbonique dans l'air qui s'écoule par les cheminées d'appel, est double ou triple de celle qu'indiquerait le calcul en supposant l'air parfaitement pur à son accès, et admettant qu'il ne passe qu'une seule fois par les poumons. Cette proportion a été trouvée de 0,0025, la ventilation étant de 18 mètres cubes par personne et par heure. On pourra donc s'attendre à rencontrer jusqu'à 5 millièmes d'acide carbonique lorsque la ventilation sera à son minimum. Concluons

(1) Lorsqu'il s'agit d'une salle disposée en gradins, quelques modifications deviennent peut-être nécessaires dans les procédés de ventilation; si la totalité de l'air afflue par la partie inférieure, il peut arriver qu'une partie des assistants se trouve incommodée par un courant trop vif, tandis que l'autre partie siégeant sur les bancs les plus élevés éprouverait quelque malaise, les produits de la respiration ne se trouvant pas expulsés d'une manière assez complète; des effets semblables se manifestent quelquefois à la Chambre des Députés, c'est du moins ce qu'il est permis de croire d'après les tâtonnements fréquents auxquels le chauffeur doit s'astreindre pour régler la ventilation de manière à satisfaire aux avertissements divers qui lui parviennent.

donc que la dose de 5 millièmes d'acide carbonique accumulée dans une enceinte par l'effet de la respiration, est une limite qu'il ne faut pas laisser franchir. Pendant l'été, la température étant de 20° cent. dans la salle, il n'est pas rare que l'assistance trouve la ventilation de 16 à 18$^{m.c.}$ à peine suffisante.

» 6°. Lorsqu'il s'agit d'enceintes habitées et dépourvues d'appareils de ventilation ou de cheminées, l'expérience prouve qu'il ne faut pas compter sur un renouvellement très-efficace de l'air à la faveur des jointures des portes et des fenêtres; le plus souvent ces effets réduisent tout au plus l'altération à la moitié de ce qu'elle serait, toutes choses égales d'ailleurs, dans une capacité rigoureusement fermée. Lorsque l'enceinte fermée ne sera pas ventilée, il conviendra donc d'en déterminer la capacité sur les mêmes bases que précédemment. Ainsi, un dortoir renfermant cinquante habitants et restant fermé pendant 8 heures, devrait avoir $6 \times 8 \times 50 = 2400^{m.c.}$, soit environ 50$^{m.c.}$ par individu pour la nuit. Au bout de ce temps, la ventilation deviendrait nécessaire.

» 7°. Il suffira d'un coup d'œil jeté sur un tableau joint à notre Mémoire, pour reconnaître que plusieurs salles d'hôpitaux offrent une capacité qui est loin d'être en rapport avec leur population. Dans un dortoir mansardé à la Salpêtrière, la ration d'air n'est que de 1$^{m.c}$,5 par individu et par heure. Je pourrais citer un dortoir dans une prison où ce chiffre s'abaisse à 0$^{m.c}$,7. Telles sont aussi les circonstances où se trouve placé l'amphithéâtre de la Sorbonne. En présence des résultats énoncés, la nécessité de l'établissement d'appareils de ventilation paraîtra démontrée dans un intérêt de salubrité, toutes les fois que les circonstances s'opposeront à des constructions publiques plus vastes destinées à contenir une population nombreuse. Au point de vue de l'hygiène des hôpitaux, le renouvellement continu de l'air vicié par des causes si nombreuses n'offrirait-il pas des avantages marqués sur cette ventilation périodique à laquelle on est forcé d'avoir recours et qui s'obtient par l'ouverture des fenêtres, quelle que soit la rigueur de la température extérieure ?

» Les conditions de séjour des ouvriers dans un grand nombre d'ateliers et de fabriques fourniraient aussi bien des sujets de remarques pénibles. Que de tristes exemples de dégénérescence physique et morale ne pourrait-on pas citer, dont la cause principale tient aux conditions funestes du milieu où l'homme est assujetti à vivre dans ces circonstances ?

» 8°. Les questions qui se rattachent à la salubrité des *écuries militaires* ont depuis plusieurs années appelé la sollicitude du Gouvernement. Les résultats obtenus dans les analyses que j'ai rapportées dans mon Mémoire pa-

raissent autoriser à conclure que les nombres proposés en dernier lieu pour la ration d'air nécessaire à un cheval sont réellement trop faibles. En appliquant à la respiration d'un cheval les considérations relatives à la respiration de l'homme, et en partant des expériences, on serait porté à fixer à 18 ou 20 mètres cubes la ration d'air qu'il convient de fournir par heure à un cheval dans une écurie close. Lorsque l'écurie n'est pas fermée, ces dimensions peuvent être réduites; l'analyse de l'air pris dans l'écurie de l'ancien manége, à l'École militaire, prouve que celle-ci réalise à cet égard les meilleures conditions.

» 9°. A l'égard de la présence des matières miasmatiques dans l'air confiné, les résultats des analyses ont été négatifs dans les circonstances où l'on a opéré; on n'a remarqué aucune coloration appréciable de l'acide sulfurique ou de la potasse, pas d'action sensible sur l'acétate de plomb; quant au gaz des marais, sa dose ne peut pas dépasser, si toutefois il existe dans ces atmosphères, la proportion contenue dans l'air ordinaire.

» La détermination des principes miasmatiques présumés exister dans l'air, présente quelques difficultés d'exécution, indépendamment de l'augmentation à apporter dans la masse d'air en expérience; en effet, pour doser l'hydrogène à l'état d'eau, et le carbone à l'état d'acide carbonique, il faudrait opérer sur un gaz préalablement desséché et dépouillé d'acide carbonique: or, dans ce cas, l'acide sulfurique et la potasse absorberaient ou dénatureraient sans doute ces matières; ce n'est donc qu'à l'aide de procédés spéciaux qu'on pourra espérer de réussir, et de plus à la condition de mettre en circulation des masses d'air aussi considérables que celles que comptent atteindre MM. Dumas et Boussingault dans leurs nouvelles analyses de l'air.

» 10°. Les analyses d'*atmosphères artificielles* tendent à établir que la dose d'acide carbonique pur qu'un homme pourrait supporter sans succomber immédiatement est assez considérable, à en juger par les effets observés sur les animaux. La vie d'un chien peut se prolonger quelques instants dans une atmosphère contenant 30 pour 100 d'acide carbonique, et 70 pour 100 d'air ordinaire; le mélange renfermant par conséquent encore 16 pour 100 d'oxygène.

» La résistance à l'asphyxie, sous l'influence de cette cause, est d'autant moindre que la température propre de l'animal est plus élevée.

» Dans une atmosphère contenant 5 ou 10 pour 100 d'acidecarbonique la flamme d'une bougie s'éteint; la vie peut continuer, mais la respiration est pénible et les animaux à sang chaud sont déjà en proie à un malaise profond.

» On a eu plusieurs fois l'occasion de reconnaître dans les mines que des ouvriers ont pu vivre dans une atmosphère où la combustion avait cessé de se soutenir; mais le danger grave qu'entraîne le séjour dans un semblable milieu est attesté par trop d'accidents pour qu'il soit nécessaire d'insister sur ce point.

» 11°. On sera donc fondé à regarder comme nuisible une atmosphère où l'acide carbonique figurerait dans les mêmes proportions que dans l'air expiré par nos poumons. L'expérience apprend même qu'au-dessous de cette limite la respiration n'a plus lieu d'une manière normale. On peut s'en rendre compte en remarquant que la proportion d'acide carbonique augmente de plus en plus à mesure que l'air inspiré est transporté dans le torrent de la circulation, en sorte que dans les moments qui précèdent son expulsion, nos organes peuvent se trouver soumis au contact d'un gaz notablement plus chargé d'acide carbonique que l'air expiré dans les circonstances ordinaires. L'expérience et le raisonnement s'accordent donc pour prouver que nos organes peuvent se trouver influencés par moins d'un centième d'acide carbonique.

» 12°. Aucune expérience décisive n'existait encore relativement au degré d'altération de l'air rendu asphyxiable par la combustion du charbon; j'ai été étonné de voir une atmosphère, amenée ainsi à 3 ou 4 pour 100 d'acide carbonique, devenir subitement mortelle pour un chien de forte taille, tandis que pour produire le même effet, il n'eût pas fallu moins de 30 à 40 pour 100 d'acide carbonique pur; j'ai fait voir, dans mon Mémoire, que l'effet était indépendant de la température. La mort précède de beaucoup l'extinction de la bougie.

» Un kilogramme de braise, et à plus forte raison de charbon en combustion libre, peut rendre asphyxiable l'air d'une pièce fermée de 25 mètres cubes de capacité. Ces résultats ajoutent une nouvelle force aux considérations déjà présentées depuis longtemps par plusieurs savants sur les dangers de certains modes de chauffage, ainsi qu'aux observations plus récentes de M. Gay-Lussac sur un nouveau procédé de chauffage importé d'Angleterre, et dont les effets étaient de verser dans l'enceinte échauffée les produits de la combustion du charbon. Non-seulement l'atmosphère peut devenir irrespirable par la formation de l'acide carbonique et la disparition de l'oxygène, ce qui pourrait faire croire à l'innocuité de faibles proportions brûlées; mais de plus, comme on voit, l'air peut acquérir rapidement des propriétés délétères au plus haut degré.

» Comment expliquer l'énergie toxique d'une atmosphère asphyxiable sous

ces influences, puisque la dose d'acide carbonique seule, ainsi que le défaut d'oxygène observés, sont insuffisants pour produire les effets reconnus?

» 13°. L'analyse a signalé, à la vérité, la présence de $\frac{1}{2}$ pour 100 d'oxyde de carbone et de quelques dix-millièmes d'hydrogène carboné (1). Les effets dangereux de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène carboné ont déjà été signalés par quelques observateurs (2). La proportion de ces deux gaz, signalée par l'analyse, ne paraissait pas au premier abord capable d'exercer une action nuisible à l'économie. Mais quelques expériences faites sur des animaux m'ont démontré qu'à une dose même très-faible, l'oxyde de carbone peut déterminer des accidents graves et même mortels. Ainsi, à la dose de 5 pour 100 dans l'air, il fait instantanément périr un moineau; à la dose de 1 pour 100 il peut déterminer la mort au bout de deux minutes au plus.

» Le gaz des marais, au contraire, à la dose de 1 pour 100, ne produit, dans un temps beaucoup plus long, aucun effet fâcheux; le gaz oléfiant, répandu dans l'air à la dose de quelques centièmes, ne détermine aucun accident.

» L'oxyde de carbone paraît donc jouer le principal rôle dans les effets funestes produits par la combustion du charbon et il faut se hâter de signaler les dangers de sa présence dans l'air, dangers sur lesquels on n'était pas encore, que je sache, suffisamment éclairé, surtout quand il s'agit d'aussi faibles doses (3): on concevra donc très-bien qu'avec une même quantité de carbone réel, brûlé dans un appartement, on pourra observer des effets très-variables suivant le degré de combustibilité du charbon employé et suivant les proportions relatives d'air et de combustible en contact dans un temps donné.

---

(1) A la vérité un peu de gaz oléfiant, s'il en existait, a pu être absorbé par l'acide sulfurique.

(2) Samuel White ayant fait quelques inspirations d'oxyde de carbone perdit connaissance et ne fut que difficilement rappelé à la vie; il fallut recourir à des insufflations d'oxygène (*Bib. brit., Sciences et Arts*, t. XI); aussi M. Devergie n'hésite-t-il pas à considérer ce gaz comme délétère, contrairement aux conclusions de Nysten. Quant à l'hydrogène carboné, il peut, suivant Séguin, amener des défaillances à la dose de $\frac{1}{10}$ dans l'air.

(3) On trouve dans le *Traité de Chimie légale* de M. Devergie, le récit des accidents funestes et vraiment extraordinaires dont plusieurs personnes faillirent être victimes dans une pièce où aucune cause d'insalubrité ne paraissait exister; on découvrit bientôt que ces effets étaient dus à la combustion lente et étouffée d'une poutre, et dont les produits gazeux s'infiltraient dans la pièce.

TABLEAU *des Analyses exécutées sur des atmosphères limitées.*

LIEUX OU L'AIR A ÉTÉ RECUEILLI.	OXYGÈNE dans 1000 parties d'air sec.	ACIDE carbonique sur 1000 d'air sec.	CAPACITÉ de l'enceinte en mètres cubes.	NOMBRE des individus.	DURÉE du séjour ou de la clôture.	VOLUME d'air par individu pour la durée du séjour.	RATION D'AIR ou volume d'air par individu et par heure.	OBSERVATIONS.
			m.c.		h.	m.c.	m.c.	
I. Serre de Buffon au Jardin des Plantes (soir)	230,1	0,0	273,7	»	12 au moins.	»	»	Plantes équatoriales : cette serre est enclavée dans une seconde. Air pris à 6 h. du soir. Insolation pendant les deux tiers de la journée.
II. Serre de Buffon au Jardin des Plantes (matin)	229,6	0,1	273,7	»	24	»	»	L'air a été pris le lendemain matin à 8 h., le 10 févr. 1842.
III. Amphithéâtre de Chimie à la Sorbonne (avant la leçon)	224,3	6,5	1000,0	400?	½ h.	»	»	Air recueilli à l'ouverture d'une leçon de M. Dumas. Les portes ouvertes à un battant.
IV. Amphithéâtre de Chimie à la Sorbonne (après la leçon)	219,6	10,3	1000,0	900	1.30	1,1	0,74	Air recueilli à la fin de la leçon de M. Dumas. Les portes ouvertes à un battant.
V. Chambre à coucher (le matin)	229,4	0,4	81,0	2	8. 0	40,5	5,0	Air recueilli en hiver. Cheminée dans la pièce. Prise d'air à 1 mètre au-dessus du sol.
VI. Salle Notre-Dame du Rosaire à la Pitié (femmes)	229,1	0,8	1958,0	54	2.30	36,0	4,0	Air recueilli à 9 h. du matin, 2 h. 1/2 après la clôture des fenêtres ouvertes pour ventiler.
VII. Salle Notre-Dame du Rosaire à la Pitié (femmes)	227,2	2,8	1958,0	54	9. 0	36,0	4,0	Prise d air à 6 h. du matin. Deux poêles : combustion faible pendant la nuit. L'air est pris à 1m,50 au-dessus du sol.
VIII. Dortoir mansardé à la Salpêtrière (section des aliénées incurables)	225,2	8,0	611,1	55	8.15	11,1	1,4	Portes et fenêtres fermant mal. La prise d'air est faite à 0m,60 au-dessus du sol. Atmosphère lourde, odeur sensible.
IX. Dortoir à la Salpêtrière (aliénées épileptiques)	226,0	5,8	2417,0	121	9. 0	19,9	2,2	Portes et fenêtres fermant mieux. La prise d'air est faite à 0m,60 au-dessus du sol. Atmosphère lourde, odeur sensible.
X. Salle d'Asile du 2e Arr. (préau)	227,1	2,7	230,0	116 garç. et filles de 3 à 6 ans.	3. 0	»	»	Odeur désagréable. La porte et un vasistas sont restés entrouverts. Hauteur de la prise d'air, 0m,60.
XI. Salle d'Ecole primaire, 2e arrond. (avec pleine ventilation)	228,4	perdu	721,0	180 garçons de 7 à 10 ans.	4. 0	»	»	Aucune odeur appréciable. Hauteur de la prise d'air, 1m,50. 1080 mèt. cub. écoulés par heure par la cheminée d'appel.
XII. Salle d'École primaire, 2e arrond. (ventilation incomplète)	»	4,7	721,0	180	4. 0			Pas d'odeur sensible. Hauteur de la prise d'air, 2m,50. 837 mèt. cub. écoulés par heure par la cheminée d'appel.
XIII. Salle d'Ecole primaire, 2e arrond. (tout étant clos)	»	8,7	721,0	180	4. 0	3,1	0,77	Les orifices d'accès pour l'air et les orifices communiquant avec la cheminée, sont bouchés. Sensation de chaleur dans la pièce et légère accélération dans la respiration. Température intérieure, 18°; extérieure, 16°.
XIV. Chambre des Députés (intérieur de la cheminée d'appel)	»	2,5	5000,0	600	2.30	»	»	Pas d'odeur. 11000 mèt. cub. par heure écoulés par la cheminée d'appel.
XV. Opéra com. (salle Fav.), parterre.	»	2,3	5000,0	1000	2.30	»	»	Prise d'air à 1m au-dessus du niveau du plancher. 80000 mèt. cubes par heure écoulés par la cheminée du lustre.
XVI. Opéra comique (salle Fav.), loges cintrées les plus élevées)	»	4,3	5000,0	1000	2.30	»	»	Prise d'air tout à fait au plafond, dans le canal d'appel se rendant à la cheminée du lustre.
XVII. Écurie fermée à l'Ecole militaire.	222,5	1,05	339,5	9 chev. légers.	7.45	37,7	4,7	J'ai veillé moi-même à l'observation de la clôture. Prise d'air à 2m de haut. Portes et fenêtres fermant mal.
XVIII. Écurie ventilée *id.* *id.*	229,2	2,2	2980,0	57 chevaux.	8. 0	52,2 en supposant la fermeture.	6,5 en supposant la clôture.	Ventilation naturelle par des vasistas. La somme des sections d'entrée d'air a été pour la nuit 3 mèt. carrés environ.

Atmosphères artificielles.

	ACIDE CARBONIQ. sur 1000.	OXYGÈNE sur 10000.	AZOTE sur 1000.	OXYDE DE CARBONE sur 1000.	HYDROGÈNE carboné.	OBSERVATIONS.
Air asphyxiable par la combustion du charbon	46,1	101,0	756,2	5,4	0,4	L'air est recueilli dans la zone de respiration du chien en [...] après sa mort, et au moment de

ANATOMIE. — *Recherches microscopiques sur la structure intime de la rate dans l'homme et les mammifères; par* M. **J.-M. Bourgery.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Flourens, Breschet, Milne Edwards.)

« Quel que soit le plan suivant lequel on divise une rate injectée par les artères, et en partie par les veines, puis insufflée par ces dernières, on voit que la surface est entièrement occupée par des vésicules, communiquant toutes les unes avec les autres, et par des cloisons remplies de glandes liées entre elles par des cordons de même substance. De là deux sortes d'appareils, l'un *vésiculaire*, l'autre *glanduleux*, dans lesquels l'analyse anatomique signale dix éléments d'organisation.

» Les vésicules communiquent les unes avec les autres par des orifices garnis de vaisseaux. Elles sont circonscrites par une *membrane* continue avec elle-même dans toute l'étendue de la rate, partout homogène, et formée par des granules et un épais lacis vasculaire, que l'auteur nomme en commun *champ granulo-capillaire*. Dans l'intérieur des cavités vésiculaires s'ouvrent, par des orifices valvulaires, les veinules des parois, et appendent en grappes, à l'extrémité des capillaires sanguins et lymphatiques, des *corpuscules flottants* qui baignent dans un *liquide* particulier. Les corpuscules sont formés par un noyau lenticulaire, d'où s'élancent, à l'état turgide, de petites aigrettes qui les font ressembler à des fleurs d'ombellifères. Le *liquide splénique*, dont l'aspect, sous le microscope, est celui d'un sang modifié, paraît être produit dans les vésicules et doit les faire considérer comme un appareil d'élaboration sanguine.

» L'appareil glanduleux se compose des organules renfermés dans les cloisons, que l'auteur a reconnus pour des *glandes lymphatiques* microscopiques et des *vaisseaux* de même nom, qui naissent partout à l'intérieur des vésicules, de la surface du champ granuleux et des corpuscules flottants.

» Les deux appareils vésiculaire et glanduleux se ressemblent en ce point, que chacun d'eux est formé par une chaîne sans fin des éléments qui le composent. Quant à leurs rapports, ils sont scindés par petits organules et partout juxtaposés, élément à élément, comme s'il était nécessaire que ces deux appareils fonctionnassent en commun.

» Enfin, il reste quatre éléments anatomiques communs à toute la texture de la rate : 1° les *vaisseaux sanguins*, divisés en trois ordres et remarqua-

bles par plusieurs singularités : un aspect noueux non moins prononcé dans les artères que dans les veines; la projection de leurs rameaux corpusculaires, et l'abouchement des veinules des parois dans la cavité des vésicules; enfin la division des veines terminales en vésicules spléniques analogues à toutes les autres par leur organisation; 2° les *nerfs;* ils n'offrent en petit, sous le microscope, rien de plus que ce que l'on observe en grand à l'œil nu; 3° un *tissu cellulaire*, visible seulement dans l'épaisseur des cloisons, où il apparaît entre les glandes, sous forme d'une gelée grisâtre, sans distinction d'une trame quelconque; 4° la *membrane d'enveloppe de la rate* en son entier, formée d'un feuillet profond cellulo-fibreux, et d'un feuillet superficiel, en apparence de texture musculaire, tous deux unis par un tissu cellulo-vasculaire qui renferme aussi des granules.

» Le résultat de ce travail est que la rate doit être considérée comme une glande double, lymphatico-sanguine, dont la texture offre la plus grande analogie avec celle des glandes lymphatiques proprement dites.»

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANATOMIE. — *Mémoire sur la structure intime du système nerveux ; par* M. MANDL. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Flourens, Milne Edwards.)

« 1. Les nerfs cérébro-spinaux sont composés de fibres transparentes, à bords parallèles plus ou moins ondulés, sans globules et sans plissures, et qui ne s'anastomosent jamais entre elles. A côté de la ligne externe qui indique le bord, on aperçoit une seconde ligne interne. Nous appelons, en conséquence, ces fibres primitives des nerfs les *fibres à double contour.* Leur diamètre varie depuis 0,05 jusqu'à 0,02 de millimètre. Les altérations produites par l'action de l'eau, des réactifs, par la décomposition cadavérique, etc., prouvent que la ligne externe appartient à une gaîne, qui se plisse ou se renfle çà et là par la décomposition, et que la ligne interne indique le bord du contenu, primitivement transparent, mais se coagulant par les causes indiquées, et produisant alors un aspect globuleux. Cette altération a donné lieu de croire à la structure globuleuse des nerfs.

» La substance blanche du cerveau consiste en fibres élémentaires à double contour, qui sont la continuation des fibres élémentaires des nerfs

cérébro-spinaux, et dont le diamètre va toujours en diminuant à mesure que l'on s'approche de la substance grise. Les fibres les plus minces, qui n'ont que 0,001 à 0,002 de millimètre, ne présentent plus les doubles contours. La forme en chapelet, les globules, etc., ne sont que le produit de la destruction de ces fibres, qui sont très-molles.

» 3. Les nerfs gris contiennent un grand nombre de fibres particulières, *à simple contour*, ayant 0,003 à 0,004 de millimètre, moins disposées à devenir variqueuses que les fibres à double contour.

» 4. Une de ces deux classes de fibres ne constitue jamais exclusivement un nerf; elles se trouvent toujours mêlées ensemble; toutefois, il existe une grande prépondérance de l'une ou de l'autre classe de ces fibres, selon le nerf que l'on examine. Les racines antérieures et postérieures ne présentent point des caractères distinctifs sous le microscope.

» 5. La substance corticale de l'encéphale présente plusieurs éléments distincts : d'abord nous y rencontrons une *substance grise amorphe*, demi-liquide, composée de molécules réunies ensemble. Ensuite il se présente une autre *substance blanche amorphe*, tenace, élastique, prenant volontiers la forme de gouttelettes, dont on trouve des traces jusque dans la substance blanche. Une troisième espèce d'éléments se présente sous forme de corpuscules ronds ou allongés, parfaitement transparents, à simple contour, pourvus d'un noyau excentrique; ils deviennent troubles par la décomposition : nous les appelons les *corpuscules gris*. La substance grise amorphe, en se consolidant autour des corpuscules gris, produit une quatrième espèce d'éléments facile à détruire par la compression; nous les retrouvons plus solides dans les ganglions, et nous les désignons sous le nom de *corpuscules ganglionnaires*. Ces derniers n'existent que dans les couches profondes de la substance grise. Enfin, la substance corticale contient encore des fibres extrêmement déliées, de 0,001 à 0,002 de millimètre.

» 6. Les ganglions présentent des fibres à double et à simple contour, et en outre des *corpuscules ganglionnaires*, solides, ronds ou allongés. Les ganglions des animaux inférieurs et des jeunes animaux contiennent aussi les substances amorphes de la substance corticale du cerveau.

» 7. La moelle épinière et la moelle allongée contiennent les mêmes éléments que l'encéphale : les fibres ont des diamètres plus considérables, mais elles s'altèrent facilement par la moindre compression.

» 8. Il résulte de ces recherches que le système nerveux doit être considéré comme composé de deux portions, une blanche et l'autre grise. Chacune de ces portions a une partie centrale et une périphérique, et constitue,

par conséquent, un ensemble particulier. La partie centrale de la portion blanche se trouve dans la substance blanche de l'encéphale et de la moelle épinière, et sa partie périphérique dans les nerfs cérébro-spinaux; la partie centrale de la portion grise est constituée par la substance corticale (grise) des centres nerveux, et sa partie périphérique par le système ganglionnaire. De même que la portion blanche centrale contient les éléments que nous retrouvons, mais beaucoup plus développés, dans la partie périphérique, de même la partie centrale de la portion grise contient les éléments, pour ainsi dire rudimentaires, qui se rencontrent plus parfaits dans la partie périphérique. Les deux portions du système nerveux ne sont pas absolument isolées l'une de l'autre, mais à chacune se trouve mêlée une quantité plus ou moins grande des fibres de l'autre portion. L'individualité des fibres de la portion blanche et de la portion grise explique l'individualité de sensation dans chacune de ces deux portions. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Deuxième Mémoire sur la cellulogénésie; par* M. J. ROSSIGNON.

(Commissaires, MM. de Mirbel, Dumas, Milne Edwards, Boussingault, Payen.)

L'auteur résume dans les termes suivants les conséquences qui, suivant lui, se déduisent de ses nouvelles recherches :

« L'amidon peut se convertir en cellulose sans passer à l'état de matière sucrée. Cette conversion est surtout hâtée par l'action de la lumière; la cellulose peut, à son tour, dans quelques cas (souches des Iridées), passer à l'état d'amidon.

» Le tissu cellulaire provenant de la conversion de l'amidon en cellulose, croît toujours du centre à la circonférence.

» Les *tiges souterraines*, considérées quelquefois à tort comme des racines, contiennent de la moelle. Cette moelle renferme de l'amidon qui passe dans les bourgeons de ces tiges à l'état de cellulose. Lorsque la tige souterraine a donné son contingent de feuilles et de fleurs, etc., elle fait alors seulement fonctions de racines (appareil d'adhérence et de succion), et ne contient plus de moelle.

» Les racines bisannuelles renferment de l'amidon la première année; dans la deuxième période de leur végétation, l'amidon passe dans la tige à l'état de cellulose.

» La moelle contient de la fécule dans le plus grand nombre de cas; cette fécule sert à alimenter les bourgeons en passant à l'état de cellulose.

» La moelle n'existe en grande quantité que dans les jeunes pousses; le canal médullaire disparaît dans les grosses branches et le tronc.

» Dans les végétaux riches en matière médullaire, les boutons ne sont pas autant protégés que dans les végétaux où cette matière n'existe pas; la branche pourvue de moelle fait alors seule fonction de bouton.

» La moelle renferme une substance végétative au plus haut degré; les rameaux des plantes médullaires (groseillers, vignes, osier) sont susceptibles de reprendre facilement par le marcottage. »

M. **Dufrénoy** présente à l'Académie, de la part de M. **Thenard**, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées dans le département de la Gironde, un *procédé d'enrayage des waggons composant les convois des chemins de fer.*

M. Thenard fonde son procédé d'enrayage, comme M. de Jouffroy, sur le changement d'état de la chaîne qui unit les waggons, laquelle passe subitement, par la cessation de l'action du moteur, de l'état de tension à celui de relâche.

« Je suppose, dit-il, qu'à l'état de repos tous les waggons soient enrayés, c'est-à-dire qu'un morceau de bois soit serré par un poids à ressort contre la partie d'arrière de la circonférence des deux dernières roues de chaque waggon, comme cela se pratique pour les charrettes roulières. Dans cet état, il faudra une grande force pour faire rouler le convoi; mais si la chaîne qui lie tous les waggons est disposée de manière à tirer de quelques centimètres une ferrure horizontale à coulisse (qui s'arrêtera ensuite à un point fixe) et à soulever tous ces poids, les ressorts, d'abord comprimés mais bientôt devenus libres, agiront pour éloigner des roues les bois d'enrayage, et les waggons se mettront en mouvement comme à l'ordinaire.

» Puis, si par hasard, ou par la volonté du conducteur (qui devra toujours pouvoir détacher subitement le convoi de la locomotive), la tension de la chaîne cesse, tous les poids susdits réagiront immédiatement pour comprimer les faibles ressorts des bois d'enrayage, et rétablir, sur les circonférences des deux dernières roues de chaque waggon, les frottements propres à arrêter le convoi, avant que les waggons ne puissent s'entrechoquer et se briser.

» La vitesse, au départ, sera, il est vrai, légèrement diminuée parce

qu'il faudra d'abord, pour soulever les poids d'enrayage de chaque waggon, une somme d'efforts perdus pour le mouvement; mais comme on pourra réduire à un minimum nécessaire chacun de ces poids, afin qu'ils remplissent leur but, en n'oubliant pas de les graduer de telle sorte qu'ils suivent une progression décroissante depuis le premier jusqu'au dernier waggon (attendu que l'effort de traction opéré sur le premier va en diminuant dans le convoi, sur chacun de ceux qui le suivent), il en résultera que la somme des efforts perdus ne sera pas considérable.

» Ainsi, en admettant que, pour un convoi de douze waggons, les deux poids d'enrayage du premier soient ensemble de 80 kilog., et que ces poids diminuent ensuite de 4 kilog. au deuxième, puis de 4 kilog. au troisième et ainsi de suite jusqu'au dernier waggon, on n'aura sur celui-ci qu'un poids d'enrayage de 36 kilog.; ce qui donnera un poids moyen de 52 kilog. par waggon, ou, pour douze waggons, un poids total de 696 kil., équivalant à 9 chevaux mécaniques et un quart. Je n'indique ces poids, sans le secours de l'expérience, que pour faire comprendre mon système; l'expérience apprendra s'il faut les augmenter ou les diminuer quelque peu.

» Cette force ne sera perdue pour le mouvement que durant le premier instant où la locomotive n'aura pas développé une traction plus forte que 696 kilog.; mais bientôt, tous les waggons étant désenrayés, la force tout entière de la locomotive sera employée, comme d'ordinaire, à tirer et à faire mouvoir le convoi, le frottement de l'enrayage n'existant plus.

» Cette disposition, qui n'exigera pas au delà d'un demi-kilog. de force additionnelle par waggon, facilitera beaucoup le service des stations et sera surtout utile dans les descentes, en donnant un moyen de modérer la vitesse.»

Cette Note est renvoyée à la Commission précédemment nommée pour les communications de cette nature.

L'Académie renvoie à l'examen de la même Commission diverses Notes et Lettres également relatives aux *moyens propres à diminuer les dangers des chemins de fer*, et adressées par MM. **Berault**, général **Dubourg**, **de Giac**, **Gibus**, **Guérin**, et par un anonyme. Elle renvoie enfin à la même Commission une Note de M. **Perdonnet**, arrivée le 30 mai, mais qui n'avait pas été présentée à la séance de ce jour.

A l'occasion de ces communications, M. **Arago** croit devoir donner une explication relativement à la Lettre de M. *Prévost*, dont un extrait a été

inséré dans le *Compte rendu* de la séance précédente. Dans l'expérience faite par M. *Bury* sur les résultats de la rupture d'un essieu dans une locomotive à quatre roues, le convoi se composait à la vérité de plusieurs waggons, comme dans les circonstances ordinaires, mais il ne portait d'autres personnes que le directeur du chemin, l'ingénieur des travaux et les chauffeurs. Les waggons étaient chargés de ferraille.

M. **Pimont** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur un appareil qu'il désigne sous le nom de *Caloridore*, et qui a pour objet d'utiliser la chaleur des bains de teinture épuisés.

Au moyen de cet appareil, dont l'établissement serait peu coûteux, l'auteur estime que dans un atelier de garancerie où la dépense en combustible est estimée à 22,581^{f} par année; on pourrait réduire cette dépense à 15,901^{f}. « Le procédé, ajoute-t-il, aurait en outre l'avantage d'accélérer le travail, et permettrait d'augmenter les opérations d'un cinquième environ avec le même matériel. »

(Commissaires, MM. Chevreul, Pouillet, Despretz.)

M. **Bouros** adresse d'Athènes de nouveaux renseignements sur un phénomène qui avait été déjà pour lui l'objet d'une première communication, c'est-à-dire sur une pluie qui est tombée en plusieurs lieux de la Grèce, dans la nuit du 12 au 13 mars dernier, et qui avait cela de remarquable que l'eau tenait en suspension une proportion notable de matière terreuse rougeâtre.

(Renvoi à M. *Dufrénoy*, précédemment chargé de l'examen du résidu terreux, dont un échantillon était joint à la première lettre de M. Bouros.)

MM. **Dupont** et **Jeanselme** présentent la description et la figure d'un fauteuil mécanique, destiné à l'usage des paralytiques.

(Commissaires, MM. Roux, Séguier, Breschet.)

CORRESPONDANCE.

M. **Forbes**, récemment nommé à une place de correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **de Roys**, à l'occasion d'une communication de M. *Robert* concernant la présence du *fer* et du *manganèse* dans le bassin de Paris, rappelle qu'il

a fait à ce sujet, dès l'année 1837, une communication à la Société géologique de Paris.

M. **Tanchou** écrit pour faire remarquer que, dans son Mémoire sur le *cancer*, il n'a point dit que les expériences qu'il a faites dans le but de prouver la non-contagion de cette maladie aient été pratiquées dans le service de M. *Manec*, mais seulement qu'il doit à l'obligeance de ce chirurgien la matière dont il s'est servi pour inoculer des animaux.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés* présentés, l'un par M. **Chaussenot**, l'autre par M. **Pastori**.

A quatre heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. **Dufrénoy** lit un rapport fait au nom de la Commission chargée de l'examen des pièces adressées au concours pour le prix Montyon de Statistique de 1841. La Commission est d'avis :

1°. Que le prix de Statistique n'ayant pu être donné en 1840, il y a lieu de distribuer, pour le concours de 1841, deux prix de valeur égale.

2°. Que l'un de ces prix soit décerné à M. **Dufau** pour son ouvrage intitulé : *Traité de Statistique ou Théorie des lois d'après lesquelles se développent les faits sociaux, suivi d'un Essai de statistique physique et morale de la population française ;*

3°. Que l'autre prix soit décerné à M. **Surell**, ingénieur des ponts et chaussées, pour l'ouvrage intitulé : *Études sur les torrents des Hautes-Alpes ;*

4°. Qu'une mention honorable soit accordée à la *Statistique des conseils de révision dans le département de Maine-et-Loire*, par M. **Lachèse**, médecin à Angers.

Les conclusions de la Commission sont adoptées par l'Académie, qui décide, en outre, qu'une somme de 500 fr. sera accordée à M. *Surell*, à titre d'indemnité, pour les voyages et déplacements nombreux auxquels l'a obligés l'exploration des torrents des Hautes-Alpes.

M. **Dumas**, au nom de la Commission des arts insalubres, propose

d'adopter les résolutions qui suivent relativement aux concurrents sur lesquels il avait été fait un rapport par la Commission précédente :

1°. Prix de 3,000 francs à M. DE LA RIVE, professeur de physique à Genève, pour avoir, le premier, appliqué les forces électriques à la dorure des métaux, et en particulier, du bronze, du laiton et du cuivre;

2°. Prix de 6,000 francs à M. ELKINGTON pour la découverte de son procédé de dorure par voie humide, et pour la découverte de ses procédés relatifs à la dorure galvanique et à l'application de l'argent sur les métaux;

3°. Prix de 6,000 francs à M. DE RUOLZ pour la découverte et l'application industrielle d'un grand nombre de moyens propres soit à dorer les métaux, soit à les argenter, soit à les platiner, soit enfin à déterminer la précipitation économique des métaux les uns sur les autres par l'action de la pile.

Relativement aux autres concurrents, la Commission propose d'ajourner toute décision, faute de renseignements propres à établir une application suffisante par l'industrie, de leurs procédés ou produits.

Ces conclusions sont adoptées.

La section de Physique, par l'organe de M. Becquerel, présente la liste suivante de candidats pour une place vacante de correspondant.

MM. de Haldat,	à	Namur;
Amici,	à	Florence;
Erman,	à	Berlin;
Matteucci,	à	Pise;
Weber,	à	Gœttingue.

La séance est levée à cinq heures. F.

ERRATA. (Séance du 30 mai.)

Page 788, ligne 6, *au lieu de* M. Forbes réunit 22 suffrages, *lisez* 21 suffrages.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1[er] semestre 1842, n° 22, in-4°.

Recherches physiologiques et cliniques sur le Liquide céphalo-rachidien ou cérébro-spinal; par M. MAGENDIE ; in-4°, avec pl. in-fol.

Bulletin de la Société Géologique de France; tome XIII; feuille 11 à 16; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; mai 1842; in-8°.

De la Cosmogonie de Moïse; par M. MARCEL DE SERRES; 2 vol. in-8°.

Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée, sous la direction de M. DE DÉMIDOFF ; tome II, feuille 29 à 107, in-8°, avec une liv. de pl. in-fol.

Annuaire du Journal des Mines de Russie ; année 1839, 1842, in-8°.

Recherches expérimentales sur le mécanisme de la Vision; 1[re] partie; *par* M. DE HALDAT; in-8°.

Séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix ; 1840 et 1841 ; Aix, 1842, in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; juin 1842; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; août 1841, in-8°.

Revue zoologique; par la Société Cuviérienne; n° 5, 1842, in-8°.

Journal des Connaissances utiles; mai 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; juin 1842; in-8°.

L'Agriculteur praticien; juin 1842, in-8°.

Le Technologiste; juin 1842, in-8°.

Journal des Haras; juin 1842, in-8°.

Adress.... *Discours prononcé à la séance annuelle de la Société géologique de Londres, le* 19 *février* 1841; *par* M. le professeur BUCKLAND; Londres, 1842, in-8°.

Report of.... *Rapport sur le Temps qu'il fera dans l'année* 1843; *par* M. G. MACKENSIE, auteur du *Cycle du Temps;* broch. in-8°, 1 feuille; Perth, 1842.

North American.... *Erpétologie nord-américaine, ou description des Reptiles qui habitent les États-Unis; par* M. J.-E. HOLBROOK; vol. I[er]; Philadelphie, 1836, in-4°.

Popular.... *Leçons populaires de Géologie,* traduites de l'allemand de

M. LEONHARD par M. G-J. MORRIS, et publiées par M. le professeur S. HALL; Baltimore, 1841, in-12. (Ces deux ouvrages sont présentées par M. *Warden.*)

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin et destinés à la publication;* mars 1842; in-8°.

Alghe... *Algues d'Italie et de Dalmatie; par* M. le professeur MENEGHINI; fascicule 1er; Padoue, 1841, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X; n° 23.

Gazette des Hôpitaux; n° 65 à 67.

L'Écho du Monde savant; nos 734 et 735.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 257.

L'Examinateur médical; tome XI; n° 23.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce la perte douloureuse que vient de faire l'Académie dans la personne d'un de ses membres, M. **Double**, décédé le 12 mai au soir, après une courte maladie.

CALCUL INTÉGRAL. — *Addition aux deux Notes sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre; par* M. **Augustin Cauchy.**

« Il ne sera pas sans intérêt de comparer les résultats obtenus dans ces deux Notes avec ceux qu'ont trouvés MM. Jacobi et Binet, ainsi qu'avec ceux que j'avais trouvés moi-même dès l'année 1819, dans le *Bulletin de la Société philomatique* (janvier et février).

» Étant donnée une équation aux dérivées partielles du premier ordre, à un nombre quelconque des variables indépendantes, on peut toujours déduire l'intégrale générale d'une quelconque des intégrales particulières,

que Lagrange appelle *solutions complètes*, et qui renferment autant de constantes arbitraires qu'il y a de variables indépendantes. Par suite, on peut se proposer, ou de trouver directement l'intégrale générale, ou de trouver directement une solution complète quelconque, ou enfin de trouver directement une certaine solution qui mérite d'être remarquée, et qui renferme seulement les constantes arbitraires propres à représenter les valeurs initiales correspondantes que l'on attribue aux variables indépendantes dans l'intégration du système d'équations différentielles substitué à l'équation proposée. Le premier problème a été complétement résolu dans mon Mémoire de 1819, le second dans une Note du 23 mai dernier; le troisième dans un Mémoire de M. Jacobi, que renferme le tome III[e] du Journal de M. Liouville; puis dans la Note présentée à l'Académie le 3 mai par M. Binet. La solution complète dont MM. Jacobi et Binet se sont spécialement occupés est aussi celle que, dans la séance du 30 mai, j'ai déduite de la méthode exposée dans la séance précédente, et caractérisée par quelques propriétés importantes. Il y a plus, dès 1819 j'avais déjà constaté l'existence de cette solution complète dans les cas particuliers que j'avais choisis pour exemple, et j'avais donné, dans le Bulletin cité, page 18, certaines formules à l'aide desquelles on peut établir généralement cette existence, comme l'a observé M. Jacobi. J'ajouterai que les formules dont il s'agit, ou plutôt celle qui en dérive, et que M. Binet a déduite du calcul des variations, peuvent conduire elles-mêmes aux résultats que j'avais obtenus dans le *Bulletin de la Société philomatique* et dans la première des deux Notes ci-dessus rappelées.

Analyse.

» Intégrer l'équation aux dérivées partielles

$$(1)\qquad F(x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r, \ldots, s) = 0,$$

dans laquelle

$$(2)\qquad p = D_x\varpi,\quad q = D_y\varpi,\quad r = D_z\varpi, \ldots,\quad s = D_t\varpi,$$

c'est trouver pour

$$\varpi, p, q, r, \ldots, s$$

des fonctions de

$$x, y, z, \ldots, t,$$

qui vérifient simultanément la formule (1) et l'équation

$$(3) \qquad d\varpi = p\,dx + q\,dy + r\,dz + \ldots + s\,dt.$$

Lorsque les n variables $x, y, z, \ldots, t$, restent indépendantes entre elles, l'équation (3) doit être vérifiée, quelles que soient leurs valeurs. Donc elle doit être vérifiée quand toutes ces valeurs, à l'exception d'une seule, deviennent constantes, c'est-à-dire qu'alors l'équation (3) entraîne les formules (2).

» Supposons maintenant que les $n-1$ variables

$$x, y, z, \ldots,$$

deviennent fonctions de t et de constantes arbitraires. Les valeurs de

$$\varpi, p, q, r, \ldots, s,$$

qui vérifient les formules (1) et (3), pourront elles-mêmes être considérées comme des fonctions de t et des constantes arbitraires dont il s'agit. Désignons, dans cette hypothèse, à l'aide de la caractéristique δ, une différentiation relative à une ou à plusieurs de ces constantes arbitraires, devenues variables, mais variant indépendamment de t. On tirera de l'équation (3)

$$d\delta\varpi = p\,d\delta x + q\,d\delta y + \ldots + dx\,\delta p + dy\,\delta q + \ldots + dt\,\delta s,$$

ou, ce qui revient au même,

$$d\,(\delta\varpi - p\,\delta x - q\,\delta y - \ldots) = dx\,\delta p + dy\,\delta q + \ldots + dt\,\delta s - dp\,\delta x - dq\,\delta y - \ldots$$

Or cette dernière équation se réduira simplement à une équation différentielle linéaire de la forme

$$(4) \quad d(\delta\varpi - p\,\delta x - q\,\delta y - r\,\delta z - \ldots) = \theta\,(\delta\varpi - p\,\delta x - q\,\delta y - r\,\delta z - \ldots)\,dt,$$

si l'on choisit le facteur θ de manière à vérifier la condition

$$(5) \left\{ \begin{array}{l} (\theta p\,dt - dp)\,\delta x + (\theta q\,dt - dq)\,\delta y + (\theta r\,dt - dr)\,\delta z + \ldots - \theta\,dt\,\delta\varpi \\ \quad + dx\,\delta p + dy\,\delta q + dz\,\delta r + \ldots\ldots\ldots\ldots + dt\,\delta s = 0. \end{array} \right.$$

D'ailleurs, si l'on nomme

$$X,\ Y,\ Z,\ldots,\ T,\ \Pi,\ P,\ Q,\ R,\ldots,\ S$$

les dérivées partielles de la fonction

$$F(x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s)$$

prises par rapport aux quantités

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,s,$$

on tirera de l'équation (1), différentiée par rapport aux constantes arbitraires,

$$(6)\qquad \left\{\begin{array}{l} X\delta x+Y\delta y+Z\delta z+\ldots+\Pi\delta\varpi \\ +P\delta p+Q\delta q+R\delta r+\ldots+S\delta s=0; \end{array}\right.$$

et par suite, pour vérifier l'équation (5), il suffira d'assujettir

$$\theta,\ x,\ y,\ z,\ldots,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s,$$

considérée comme fonctions de t, à vérifier la condition

$$(7)\qquad \left\{\begin{array}{l} \frac{\theta p dt-dp}{X}=\frac{\theta q dt-dq}{Y}=\frac{\theta r dt-dr}{Z}=\ldots=\frac{-\theta dt}{\Pi} \\ =\frac{dx}{P}=\frac{dy}{Q}=\frac{dz}{R}=\ldots\ldots\ldots=\frac{dt}{S}. \end{array}\right.$$

Or on tire de la formule (7)

$$(8)\qquad \theta=-\frac{\Pi}{S},$$

puis de cette même formule, combinée avec l'équation (3),

$$(9)\qquad \left\{\begin{array}{l} \frac{dx}{P}=\frac{dy}{Q}=\frac{dz}{R}=\ldots=\frac{dt}{S}=\frac{d\varpi}{Pp+Qq+Rr+\ldots+Ss} \\ =\frac{dp}{-(X+p\Pi)}=\frac{dq}{-(Y+q\Pi)}=\frac{dr}{-(Z+r\Pi)}=\ldots \end{array}\right.$$

Pour passer immédiatement de la formule (7) à la formule (9), il suffit d'observer que des fractions égales entre elles sont encore égales à celle

qu'on obtient quand on divise la somme des numérateurs de quelques-unes de ces fractions par la somme de leurs dénominateurs, et qu'on peut même, dans ces deux sommes, substituer aux deux termes de chaque fraction le produit de ces deux termes par un facteur arbitrairement choisi.

» Concevons à présent que, s étant éliminé de la formule (9) à l'aide de l'équation (1), on intègre les $2n-1$ équations différentielles que comprend la formule (9). Leurs intégrales générales renfermeront $2n-1$ constantes arbitraires

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\ \omega,\quad \varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots$$

qui pourront être censées représenter des valeurs particulières des variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ \varpi,\quad p,\ q,\ r,\ldots$$

correspondantes à une valeur donnée τ de la variable t; et ces intégrales elles-mêmes pourront être présentées sous les formes

$$(10)\qquad \begin{cases} \mathfrak{X} = \xi, & \mathfrak{Y} = \eta, \quad \mathfrak{Z} = \zeta,\ldots, \Omega = \omega, \\ \mathfrak{P} = \varphi, & \mathfrak{Q} = \chi, \quad \mathfrak{R} = \psi,\ldots, \end{cases}$$

les lettres

$$\mathfrak{X},\ \mathfrak{Y},\ \mathfrak{Z},\ldots,\ \Omega,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots$$

désignant des fonctions déterminées de x, y, z,..., t, ϖ, p, q, r,..., qui ne renfermeront aucune des constantes arbitraires, et qui se réduiront respectivement à

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ \varpi,\quad p,\ q,\ r,\ldots,$$

pour la valeur τ de t, en sorte qu'on aura, pour $t=\tau$,

$$(11)\qquad \begin{cases} x = \xi, & y = \eta, \quad z = \zeta,\ldots, \quad \varpi = \omega, \\ p = \varphi, & q = \chi, \quad r = \psi,\ldots. \end{cases}$$

» Lorsque

$$\theta,\ x,\ y,\ z,\ldots,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,$$

sont déterminés, en fonctions de t et des constantes arbitraires, par les

formules (8) et (10); alors en posant, pour abréger,

$$(12) \qquad \Theta = e^{\int_{\tau}^{t} \theta dt},$$

et intégrant la formule (4) considérée comme une équation différentielle linéaire, on obtient, entre la valeur générale du polynome

$$\delta\varpi - p\delta x - q\delta y - r\delta z ...,$$

et sa valeur initiale

$$\delta\omega - \varphi\delta\xi - \chi\delta\eta - \psi\delta\zeta ....,$$

correspondante à $t = \tau$ une relation exprimée par la formule

$$(13) \quad \delta\varpi - p\delta x - q\delta y - r\delta z - ... = \Theta(\delta\omega - \varphi\delta\xi - \chi\delta\eta - \psi\delta\zeta ...).$$

» Jusqu'ici nous avons supposé que, dans les formules (10), les constantes arbitraires

$$\xi, \eta, \zeta, ..., \omega, \quad \varphi, \chi, \psi, ...,$$

restaient indépendantes les unes des autres. Supposons maintenant qu'elles se trouvent assujetties à vérifier certaines équations de condition

$$(14) \qquad \lambda = 0, \quad \mu = 0, \quad \nu = 0, \text{ etc.},$$

dont les premiers membres

$$\lambda, \mu, \nu, ...$$

représentent des fonctions données de

$$\xi, \eta, \zeta, ..., \omega, \quad \varphi, \chi, \psi, ...$$

Si ces équations de condition sont telles que l'on ait

$$(15) \qquad \delta\omega = \varphi\delta\xi + \chi\delta\eta + \psi\delta\zeta + ...,$$

la formule (13) donnera généralement

$$(16) \qquad \delta\varpi = p\delta x + q\delta y + r\delta z + ...;$$

en d'autres termes, pour que la différence

$$\delta\varpi - p\delta x - q\delta y - r\delta z - \ldots.$$

s'évanouisse, il suffira généralement que la différence

$$\delta\omega - \varphi\delta\xi - \chi\delta\eta - \psi\delta\zeta - \ldots$$

se réduise à zéro. Observons d'ailleurs que, chacune des équations (14) étant de la forme

$$f(\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega, \quad \varphi, \chi, \psi, \ldots) = 0,$$

si l'on en élimine les constantes arbitraires à l'aide des formules (10), on obtiendra une autre équation de la forme

$$f(\mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z}, \ldots, \Omega, \quad \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}, \ldots) = 0,$$

qui établira une relation entre les quantités variables

$$x, y, z, \ldots, t, \quad \varpi, p, q, r, \ldots$$

» Concevons à présent que les équations de condition, c'est-à-dire les formules (14), soient en nombre égal à n. Si l'on en élimine

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega, \quad \varphi, \chi, \psi, \ldots,$$

à l'aide des formules (10), elles se transformeront en n autres équations

$$(17) \qquad \mathfrak{L} = 0, \quad \mathfrak{M} = 0, \quad \mathfrak{N} = 0, \ldots,$$

qui ne renfermeront plus que

$$x, y, z, \ldots, t, \quad \varpi, p, q, r, \ldots,$$

et pourront servir à déterminer

$$\varpi, p, q, r, \ldots$$

en fonction de

$$x, y, z, \ldots, t.$$

Voyons maintenant dans quels cas les valeurs de

$$\varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,$$

ainsi obtenues, et la valeur correspondante de s tirée de l'équation (1), vérifieront la formule (3).

» Pour que les valeurs de

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ \varpi,\quad p,\ q,\ r,\ldots,s,$$

tirées des formules (1) et (10), et représentées par des fonctions déterminées de

$$t,\ \xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots\ \omega,\ \varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots$$

deviennent propres à vérifier les équations (17), il suffit que, dans ces valeurs, les constantes arbitraires

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots\ \omega,\ \varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots$$

cessant d'être indépendantes les unes des autres et de la variable t, soient assujetties à vérifier les conditions (14). Mais alors la valeur du polynome

$$d\varpi - pdx - qdy - rdz - \ldots - sdt,$$

qui était nulle, en vertu de l'équation (3), se trouvera augmentée de la quantité

$$\delta\varpi - p\delta x - q\delta y - r\delta z - \ldots,$$

le signe δ indiquant une différentiation relative au système entier des constantes arbitraires. Donc, pour que l'équation (3) continue de subsister, il suffira que les équations de condition établies entre les constantes arbitraires, c'est-à-dire les équations (14), entraînent la formule (16), ou, ce qui revient au même, la formule (15). Donc, si les constantes arbitraires

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\ \omega,\ \varphi,\ \chi,\ \psi\ldots$$

sont assujetties à vérifier n équations qui entraînent la formule (15), l'équation (1), considérée comme une équation aux dérivées partielles du premier ordre sera intégrée, c'est-à-dire vérifiée, en même temps que l'équa-

tion (3), par les valeurs de

$$\varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots$$

tirées des formules (17).

» En résumé, par la méthode précédente, l'intégration de l'équation différentielle

$$d\varpi = pdx + qdy + rdz + \ldots + sdt,$$

dans laquelle les $2n+1$ variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s$$

sont liées entre elles par la formule (1), se trouve ramenée à l'intégration de la seule équation différentielle

$$\delta\omega = \varphi\delta\xi + \chi\delta\eta + \psi\delta\zeta + \ldots,$$

qui ne renferme plus que $2n-1$ variables. D'ailleurs, en vertu de cette dernière équation, dont le second membre renferme les différentielles des seules variables

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,$$

ω ne peut être qu'une fonction de ces variables, et rien n'empêche de supposer ces mêmes variables indépendantes. Or, dans cette supposition, la formule (15) donnera

$$(18)\qquad D_\xi\omega = \varphi,\quad D_\eta\omega = \chi,\quad D_\zeta\omega = \psi\ldots$$

Si, pour fixer les idées, on représente par

$$f(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots)$$

la valeur de ω, $f(\xi, \eta, \zeta, \ldots)$ pourra être une fonction quelconque de ξ, η, $\zeta, \ldots$, et les formules (18) donneront

$$(19)\quad \left\{\begin{array}{c} \omega = f(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots), \\ \varphi = D_\xi f(\xi,\eta,\zeta,\ldots),\ \chi = D_\eta f(\xi,\eta,\zeta,\ldots),\ \psi = D_\zeta f(\xi,\eta,\zeta,\ldots),\ldots \end{array}\right.$$

Ces dernières formules représenteront en effet les intégrales les plus géné-

rales possibles de l'équation différentielle

$$\delta\omega = \varphi\delta\xi + \chi\delta\eta + \psi\delta\zeta + \ldots$$

Si l'on y substitue les valeurs de

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega, \varphi, \chi, \psi, \ldots$$

tirées des formules (10), on obtiendra n autres équations

$$\mathcal{L} = 0, \quad \mathfrak{M} = 0, \quad \mathfrak{N} = 0, \ldots$$

qui représenteront n intégrales de l'équation (3) jointes à la formule (1). Enfin, si entre ces n autres équations on élimine

$$p, q, r, \ldots,$$

on obtiendra une équation définitive

$$(20) \qquad \mathfrak{K} = 0,$$

qui renfermera seulement les variables

$$x, y, z, \ldots, t, \varpi.$$

Donc cette équation définitive sera une intégrale de la formule (1), considérée comme une équation aux dérivées partielles. Elle en sera même l'intégrale générale, puisque la relation établie par cette intégrale entre les n variables indépendantes

$$x, y, z, \ldots, t,$$

et l'inconnue ϖ dépendra de la fonction

$$\mathrm{f}(x, y, z, \ldots),$$

c'est-à-dire d'une fonction arbitraire de $n - 1$ variables indépendantes.

» Si l'on veut savoir à quoi se réduiront, pour $t = \tau$, les valeurs de

$$\varpi, p, q, r, \ldots,$$

tirées des formules

$$\mathcal{L} = 0, \quad \mathfrak{M} = 0, \quad \mathfrak{N} = 0, \ldots,$$

il suffira d'observer que, pour $t = \tau$, les formules (10) se réduisent aux

formules (11), et que l'élimination des constantes arbitraires

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\ \omega,\ \varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots$$

entre les formules (11) et (19) fournit les équations

$$(21)\quad \left\{\begin{array}{c} \varpi = \mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots), \\ p = \mathrm{D}_x\mathrm{f}(x,y,z,\ldots),\ q = \mathrm{D}_y\mathrm{f}(x,y,z,\ldots),\ r = \mathrm{D}_z\mathrm{f}(x,y,z,\ldots),\ldots \end{array}\right.$$

Donc la valeur générale de ϖ, fournie par l'équation (20), sera précisément celle qui a la double propriété de vérifier, quel que soit t, l'équation (1) considérée comme une équation aux dérivées partielles, et, pour $t = \tau$, la condition

$$(22)\qquad \varpi = \mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots).$$

» Il est bon d'observer qu'étant donnée la valeur initiale $\mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots)$ de l'inconnue ϖ, l'équation (22), combinée avec les formules (2), entraînera, pour $t = \tau$, toutes les formules (21), desquelles on déduira immédiatement les formules (19), en substituant aux lettres

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots$$

les lettres

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\ \omega,\ \varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots$$

La même substitution suffira pour déduire la formule (15) de l'équation (3) réduite, pour une valeur constante τ de t, à la formule

$$dz = p\,dx + q\,dy + r\,dz + \ldots$$

» Nous avons jusqu'à présent, laissé la fonction $\mathrm{f}(x,\ y,\ z,\ldots)$, ou la valeur initiale de l'inconnue ϖ, entièrement arbitraire. Si cette valeur initiale était réduite à une fonction entièrement déterminée de ϖ et de n constantes arbitraires $\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots$, l'équation (20) représenterait non plus l'intégrale générale, mais ce que Lagrange appelle une solution complète de l'équation (1).

» Enfin, au lieu de laisser les constantes arbitraires

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots$$

indépendantes l'une de l'autre, ce qui permet de passer de la formule (15)

aux équations (18), on pourrait réduire séparément à zéro chaque terme de l'équation (15) en posant

$$\delta\xi = 0, \quad \delta\eta = 0, \quad \delta\zeta = 0, \ldots, \delta\omega = 0,$$

c'est-à-dire, en supposant

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega$$

indépendants des variables

$$x, y, z, \ldots, t, \varpi, p, q, r \ldots$$

Donc les seules équations

$$(23) \qquad \mathfrak{X} = \xi, \quad \mathfrak{Y} = \eta, \quad \mathfrak{Z} = \zeta, \ldots, \Omega = \omega,$$

fourniront des valeurs de

$$\varpi, p, q, r, \ldots,$$

qui, étant exprimées en fonction de

$$x, y, z, \ldots, t,$$

et de

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega,$$

vérifieront simultanément les équations (1) et (3), quand on continuera de considérer $\xi, \eta, \zeta, \ldots, \omega$ comme propres à représenter des constantes arbitraires. Si, entre les formules (23), on élimine

$$p, q, r, \ldots,$$

on obtiendra une certaine équation

$$(24) \qquad \mathrm{K} = 0$$

très-distincte de la formule (20), et qui représentera non plus une solution complète quelconque de l'équation (1), mais la solution complète dont j'ai signalé diverses propriétés remarquables dans la séance du 3 mai. Cette solution complète sera encore celle dont l'existence a été constatée, dans mon Mémoire de 1819, pour les cas particuliers traités dans ce Mémoire, et pour tous les cas, dans les Mémoires de M. Jacobi et de M. Binet.

» Les calculs ci-dessus développés deviennent plus symétriques, lors-

qu'aux divers rapports compris dans la formule (9), on joint le suivant :

$$\frac{ds}{-(\Upsilon + s\,\Pi)},$$

qui équivaut lui-même à chacun des autres. Alors aux intégrales (10) se joint une intégrale de la formule

$$\mathcal{S} = \varsigma,$$

$\mathcal{S}$ étant une fonction déterminée de s, et ς une constante arbitraire liée avec les autres par la formule

$$\mathrm{F}(\xi, \eta, \zeta, \ldots, \tau, \omega, \varphi, \chi, \psi, \ldots, \varsigma) = 0.$$

» Observons encore que l'on pourrait réduire à une constante donnée et non arbitraire, non plus la valeur particulière τ de t, mais la valeur particulière de l'une quelconque des autres variables indépendantes, ou même de l'inconnue ϖ, ou bien encore d'une autre variable liée à

$$x, y, z, \ldots, t, \varpi$$

par une équation donnée. Dans ces diverses hypothèses, en opérant toujours de la même manière, on obtiendrait, au lieu de la formule (13), d'autres formules qui seraient toutes comprises, comme cas particuliers, dans la suivante :

$$(25)\quad \left\{\begin{aligned} &\delta\varpi - p\,\delta x - q\,\delta y - r\,\delta z \ldots\ldots\ \ldots\ldots - s\,\delta t \\ &= \Theta(\delta\omega - \varphi\,\delta\xi - \chi\,\delta\eta - \psi\,\delta\zeta - \ldots - \varsigma\,\delta\tau). \end{aligned}\right.$$

Dans l'équation (25), tout comme dans l'équation (13), on peut supposer à volonté que le signe δ indique des différentiations relatives, soit à tout le système des constantes arbitraires, soit à une partie de ce système. D'ailleurs, si ω, φ, χ, ψ,..., étant fonctions de ξ, η, ζ,..., la formule (13) se trouve une fois démontrée pour le cas où l'on fait varier une seule des quantités

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots,$$

elle se trouvera démontrée par cela même, pour le cas où l'on fera varier toutes ces quantités simultanément. Cette simple observation suffit pour prouver que la formule (13) est une conséquence immédiate des équations

établies dans le *Bulletin de la Société Philomatique* (année 1819, pages 13 et 18).

» La formule (4) avait été donnée par M. Pfaff. En intégrant cette formule, on obtient l'équation (13) qui est digne de remarque, et qui se tire immédiatement, comme on vient de le voir, des formules comprises dans mon Mémoire de 1819. La formule (13) elle-même a été obtenue par M. Binet. Enfin, une formule analogue à l'équation (13), et à laquelle on parvient, en posant, dans l'équation (21),

$$\delta\omega = 0,$$

savoir,

$$(26)\quad \begin{cases} \delta\varpi - (p\delta x + q\delta y + r\delta z + \ldots\ldots\ldots + s\delta t) \\ = -\Theta(\varphi\delta\xi + \chi\delta\eta + \psi\delta\zeta + \ldots\ldots\ldots + \varsigma\delta\tau), \end{cases}$$

a été donnée par M. Jacobi. Les principales différences qui existent entre l'analyse dont j'ai fait usage dans le Mémoire de 1819, et les calculs employés par MM. Jacobi et Binet, consistent, 1° en ce que je me suis servi de la formule (13), en supposant successivement la caractéristique δ relative à chacune des constantes arbitraires ξ, η, ζ,.... pour établir l'équation (20), tandis que MM. Jacobi et Binet se sont servis, l'un de la formule (26), l'autre de la formule (13), pour établir l'équation (24). Ajoutons que dans la Note de M. Binet, comme dans les calculs qui précèdent, les différenciations sont relatives au système entier des constantes arbitraires, tandis que dans mon Mémoire de 1819 elles se rapportaient, pour chaque formule, à une seule des constantes arbitraires

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots$$

Enfin, dans mon Mémoire de 1819, les constantes arbitraires qui représentent les valeurs initiales des diverses variables, étaient, comme on vient encore de le faire, immédiatement introduites dans les calculs, et non substituées à d'autres constantes, comme dans les Mémoires des deux géomètres dont il s'agit. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur l'intégration des équations simultanées aux dérivées partielles; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« En augmentant le nombre des inconnues dans un système d'équations différentielles, ou aux dérivées partielles, d'un ordre quelconque, on peut toujours ramener l'intégration de ce système à celle d'un autre sys-

tème d'équations du premier ordre. On conçoit donc que le calcul intégral aux différences partielles peut être réduit à l'intégration d'équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre. En cherchant les moyens d'effectuer cette dernière intégration, je suis parvenu à des résultats qui me paraissent dignes de quelque intérêt, et que je vais indiquer en peu de mots.

» On sait que l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre, lorsque cette équation est linéaire par rapport à l'inconnue et à ses dérivées, ou même seulement par rapport aux dérivées de l'inconnue, peut se réduire à l'intégration d'un système d'équations différentielles. Je trouve qu'on peut en dire autant d'un système d'équations aux dérivées partielles du premier ordre, lorsque ces équations, étant linéaires par rapport aux dérivées des inconnues, peuvent servir à exprimer des fonctions linéaires semblables des dérivées de la première, de la seconde, de la troisième,... inconnue, à l'aide des diverses inconnues et des variables indépendantes. D'ailleurs, dans chaque fonction linéaire, le coefficient de chaque dérivée peut être une fonction quelconque de toutes les variables.

» Lorsque des équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre ne sont pas linéaires, on peut toujours ramener leur intégration à celle d'un système d'équations auxiliaires aux dérivées partielles du premier ordre, qui soient linéaires au moins par rapport aux dérivées des inconnues, et qui offrent pour variables indépendantes toutes les variables comprises dans les équations données. Les équations auxiliaires étant intégrées, l'intégration des équations données sera réduite à celle d'un système d'équations différentielles.

» Enfin l'on sait que l'intégrale générale d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre peut se déduire immédiatement d'une intégrale particulière qui renferme autant de constantes arbitraires qu'il y a de variables indépendantes. On peut démontrer pareillement que les intégrales générales d'un système d'équations aux dérivées partielles du premier ordre peuvent se déduire immédiatement d'un système d'intégrales particulières dont chacune renferme autant de constantes arbitraires qu'il y a de variables indépendantes, chacune des constantes étant renfermée dans une seule de ces équations. Dans un prochain article, je développerai les diverses propositions que je viens d'énoncer. »

M. Thenard propose à l'Académie de convoquer la section de Chimie à l'effet de pourvoir au remplacement d'un des correspondants de cette sec-

tion, M. Arfwedson, dont le décès survenu depuis quelques mois a été annoncé récemment à M. Pelouze par une Lettre de M. Berzelius.

M. **Arago** fait hommage à l'Académie d'une *Notice sur la vie et les travaux d'Herschel*, qui va paraître dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à la nomination d'un correspondant pour la section de Physique.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 38

M. de Haldat obtient	33 suffrages
M. Amici	2
M. Erman	1
M. Matteucci	1
M. Weber	1

M. **de Haldat**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

M. l'amiral **Roussin**, en qualité de membre de la Commission chargée de faire un rapport sur l'emploi des toiles de coton dans la voilure des navires, demande qu'un nouveau membre soit adjoint à cette Commission, devenue incomplète par l'absence de M. de Freycinet.

M. *Séguier* est désigné à cet effet.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur l'empoisonnement par l'antimoine, et les complications que la présence de ce corps peut apporter dans les cas d'empoisonnement par l'arsenic; par* MM. **Danger** *et* **Flandin.** (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires, MM. Chevreul, Pelouze, Regnault.)

« Après un résumé historique sur l'antimoine, les auteurs indiquent un procédé de recherches pour déceler dans les matières animales les plus faibles proportions d'une préparation antimoniale. Ce procédé n'est qu'une

modification de celui qu'ils ont fait connaître pour la recherche de l'arsenic, modification exigée par les propriétés chimiques de l'antimoine. Dans les cas d'empoisonnements par l'arsenic compliqués par la présence de l'antimoine, MM. Danger et Flandin pensent que leur méthode d'investigation abrége et facilite les opérations propres à séparer les deux corps. Ils rapportent diverses expériences sur les animaux. Ils ont produit des empoisonnements, soit avec les préparations antimoniales, soit au moyen d'un mélange d'émétique et d'une préparation arsenicale. Ils signalent les symptômes différentiels de l'empoisonnement par le tartre stibié et l'acide arsénieux, et font voir que l'antimoine est plus facilement éliminé par la sécrétion rénale que l'arsenic. Ils pensent avoir démontré, au moyen des analyses chimiques, que l'antimoine n'affecte pas indifféremment tous les organes. Ils l'ont retrouvé presque exclusivement dans le foie, et, si ce n'est dans certains cas exceptionnels, ils disent ne l'avoir pas retrouvé dans les poumons, dans les systèmes nerveux, musculaire et osseux. Ce fait a conduit MM. Danger et Flandin à supposer que les substances inassimilables ne pénètrent pas dans l'organisme à l'instar d'un liquide dans une éponge, que l'absorption n'est pas un phénomène purement physique et que la vascularité des organes ne suffit pas à expliquer cet acte physiologique. En raison de sa nature chimique, tout poison leur paraît avoir une action sur les éléments médiats ou immédiats des organes; mais il y a de la part de ces éléments une action qui dépend et de la constitution intime des organes et de l'action vitale du sujet.

» Le principe de la localisation des poisons ou substances inassimilables sert à MM. Danger et Flandin à étudier sous un nouveau point de vue plusieurs questions de toxicologie, de physiologie et de thérapeutique.

» Voici les conclusions de leur Mémoire :

» 1°. Il est facile de décéler l'antimoine uni en faibles proportions aux matières animales: nous sommes arrivés à le recueillir avec la même précision que l'arsenic;

» 2°. Le procédé qui nous a donné les meilleurs résultats est le suivant : désorganiser les matières animales par l'acide sulfurique; au moment de la liquéfaction et après le refroidissement, ajouter de l'azotate de soude; terminer la carbonisation et reprendre le charbon desséché par l'eau aiguisée d'acide tartrique. Le liquide est soumis aux investigations ultérieures propres à caractériser l'antimoine.

» 3°. Dans les cas d'empoisonnements par l'arsenic compliqués par la présence de l'antimoine, l'appareil que nous avons proposé pour la recherche

de l'arsenic nous a paru simplifier et faciliter les opérations propres à séparer les deux corps;

» 4°. Contrairement à l'arsenic, l'antimoine est facilement éliminé par la sécrétion rénale. Dans les cas d'empoisonnement par les préparations antimoniales, c'est dans le foie que l'on retrouve plus spécialement l'antimoine. On ne le retrouve pas dans les poumons, non plus que dans les systèmes nerveux, musculaire et osseux.

» 5°. Le fait de la localisation des poisons est une donnée précieuse pour résoudre certaines questions médico-légales: les questions d'empoisonnements simulés, par exemple;

» 6°. Ce fait nous paraît devoir ouvrir une nouvelle voie aux recherches physiologiques et thérapeutiques. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Remarques sur les chemins de fer, à l'occasion de l'accident du* 8 *mai; par* M. LAIGNEL.

(Commission des chemins de fer.)

Dans ce Mémoire, l'auteur discute les effets que doit produire sur la marche des waggons et des locomotives, le système aujourd'hui généralement suivi pour la pose des rails. Suivant M. Laignel, l'inégalité de la résistance que les rails opposent à la pression, dans les points où ils sont soutenus par les traversines et dans les espaces intermédiaires, a nécessairement pour effet de faire *galoper* les voitures. Or ce galop, non-seulement les expose à sortir de la voie, mais encore, par les chocs incessamment répétés qu'il fait subir aux essieux, tend à en amener la rupture, puisqu'il a nécessairement pour effet de changer la texture fibreuse du fer en une texture cristalline. Le système adopté pour la pose des rails serait donc la cause de la plupart des accidents qu'on a observés jusqu'ici, accidents qui, suivant M. Laignel, pourraient être presque toujours évités, au moyen des diverses dispositions qu'il a proposées. Dans une dernière partie de sa Note, l'auteur fait mention de divers appareils qui lui paraissent pouvoir être utilement employés pour modérer les chocs, quand les voitures en tête du convoi s'arrêtent par une cause quelconque.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Histoire médicale et toxicologique du seigle ergoté; par* M. **Bonjean.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Boussingault, Regnault.)

« Le seigle ergoté doit être rangé dans la classe des narcotiques, car il détermine tous les symptômes relatifs à ce genre de poison. Les effets qu'il produit ont les plus grands rapports avec ceux que nous offre la morphine, bien qu'il ne contienne pas une trace de cet alcaloïde, ainsi qu'on l'avait à tort supposé.

» D'après mes propres observations, le premier effet du seigle ergoté se manifeste chez les animaux par la perte d'appétit et une diminution notable dans leur agilité, qui va jusqu'à les rendre immobiles. Ils sont comme hébétés, leur regard est fixe et leurs yeux hagards. Immédiatement après qu'ils sont sous l'influence de ce toxique, les chiens poussent des hurlements affreux, qui ne s'apaisent que par les vomissements ou lorsque le poison a déjà produit ses premiers effets; dès lors ils restent presque toujours à la même place, et ils ne donnent plus de voix, si ce n'est quelques gémissements causés par la souffrance. Le cerveau est sans doute le premier organe qui subit l'action stupéfiante de l'ergot. Chez les poulets et les coqs, chose singulière, la crête et le jabot se noircissent dès l'invasion des premiers symptômes, et ces animaux ne tardent pas à succomber après une agonie qui est ordinairement assez longue.

» L'action stupéfiante du seigle ergoté se trouve confirmée par l'identité des signes cadavériques observés chez les animaux dont l'autopsie a été faite par le docteur Chevallay, professeur de médecine à Chambéry. En effet, on ne rencontre généralement aucune lésion constante, bien marquée, bien décidée, qui puisse expliquer la cause de leur mort; seulement, ainsi que cela a lieu pour l'opium et les narcotiques en général, on retrouve constamment un engorgement sanguin du côté de la tête, du canal rachidien et du système veineux. Ainsi, à l'instar de ces poisons, le seigle ergoté porte son influence délétère sur le cerveau et le système nerveux, paralyse leur action sur tous les organes, et détermine enfin la mort, qui en est la conséquence nécessaire.

» Contrairement à l'opinion émise par M. Balme, l'ergot à cassure blanche est tout aussi énergique que l'ergot à cassure violette. Mais une

remarque importante que j'ai eu occasion de faire et qui explique parfaitement les mécomptes qui ont été souvent le résultat de son emploi, c'est que ce parasite, recueilli immédiatement après son développement, ne possède aucune action vénéneuse, administré du moins aux mêmes doses qui suffisent ordinairement pour donner la mort quand il est bien mûr; son action toxique ne se développe que par la maturité, et six ou huit jours suffisent pour donner à l'ergot toute l'énergie qui le caractérise comme poison.

» Le seigle ergoté vieux, piqué ou vermoulu, pulvérisé et exposé à l'air depuis longtemps, ne perd rien de ses propriétés médicales et vénéneuses, ce dont j'ai acquis la preuve par des observations pratiques et des essais toxicologiques dont les résultats sont de nature à faire disparaître tout doute à cet égard; il devient donc inutile de prendre tant de soins à sa conservation. Si quelques praticiens ont eu à se plaindre de son défaut d'action; si l'on accusait ce parasite d'être à la fois inerte et dangereux, c'est qu'on l'administrait dans des cas où son emploi était contre-indiqué, mais il était toujours dangereux, parce que le poison était toujours là prêt à donner les preuves de sa présence redoutable.

» La cuisson et la fermentation panaire diminuent toujours plus ou moins l'action toxique du seigle ergoté, et cette diminution est d'autant plus grande que le pain a été plus cuit ou desséché au four.

» Les recherches les plus minutieuses n'ont pu me faire découvrir dans l'ergot aucune trace d'alcaloïde; ainsi qu'on va le voir, ses propriétés médicales et ses vertus délétères sont dues à d'autres corps plus complexes. Le seigle ergoté renferme deux principes actifs bien distincts, un remède et un poison. Le premier est un extrait mou, rouge-brun, très-soluble dans l'eau froide, et qui possède au plus haut degré les précieuses propriétés obstétricales et hémostatiques qu'on a depuis si longtemps reconnues à l'ergot. L'autre est une huile fixe, incolore dans sa nature, très-soluble dans l'éther froid, insoluble dans l'alcool bouillant, et en qui seule résident toutes les vertus toniques du seigle ergoté. La nature différente de ces deux produits permet de les séparer facilement et d'obtenir le remède entièrement isolé du poison. Comme celui-là est tout à fait inoffensif, il en résulte cet immense avantage pour la pratique médicale, qu'on peut, au besoin, l'administrer à haute dose sans avoir à craindre aucun des accidents reprochés au seigle ergoté lui-même. Ce qu'il y a d'extraordinaire, c'est la rapidité avec laquelle cet extrait agit dans les hémorragies en général, ne bornant pas ses miraculeux effets aux pertes utérines seule-

ment. Quelle que soit la dose à laquelle on l'ait donné, il n'a jamais causé la moindre action nuisible. Plusieurs fois il a été pris à la dose de 2 gros (représentant 9 à 10 gros de seigle ergoté), dans des cas de métrorragies foudroyantes, suites d'avortements ou autres, et qui cédaient immédiatement ou presque immédiatement à l'action de ce remède. J'ai appelé ce produit *extrait hémostatique*.

» L'huile ergotée agit absolument sur les animaux comme l'ergot lui-même, et à des doses correspondantes à ce dernier, seulement ses effets sont plus prompts; ils sont immédiats chez les sujets faibles, tels que oiseaux, poulets, que l'on endort facilement avec un gros de ce principe, équivalant à un peu moins de 3 gros de poudre d'ergot. Ces animaux succombent ensuite dans les vingt-quatre heures, sans être presque sortis de l'état de stupeur où ce poison les a plongés. A la dose de 5 gros, j'ai obtenu chez un chien tous les phénomènes de l'ergotisme convulsif, tels que paralysie complète du train postérieur, attaques convulsives violentes, etc. Pour obtenir cette huile avec toutes ses propriétés énergiques, il faut nécessairement l'extraire par l'éther froid, et éviter, dans cette opération, toute action de la chaleur. Enfin, ce principe peut encore se trouver tout à fait inerte, s'il a été obtenu d'ergots non parvenus à leur maturité. L'huile est donc le poison, et l'extrait aqueux le remède du seigle ergoté, quoi qu'en ait dit M. le docteur Wright (*Journal de Pharmacie*, juillet 1841), qui pense au contraire que l'huile est le principe qui arrête les hémorragies, ce qui se trouve contredit par plus de cinquante observations médicales, faites à mon instigation par des médecins éclairés de cette ville, et dans lesquelles mon extrait hémostatique ne s'est jamais démenti une seule fois dans sa puissante action anti-hémorragique. »

OPTIQUE. — *Mémoire sur la constitution du spectre solaire; par* M. EDMOND BECQUEREL. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Biot, Arago, Babinet.)

« Je crois avoir résolu dans ce Mémoire plusieurs questions relatives à l'action des rayons chimiques et phosphorogéniques sur les substances qu'ils impressionnent. Ce travail est divisé en quatre parties :

» La première comprend les notions connues sur la constitution du spectre lumineux et quelques développements sur les raies qui traversent le spectre.

» Dans la deuxième partie, j'ai montré que pour tous les spectres chimiques résultant de la réaction des rayons solaires sur les différentes substances impressionnables, les raies sont les mêmes que celles du spectre lumineux, pourvu que l'on ne considère que les rayons de même réfrangibilité. On appelle spectre chimique l'ensemble des rayons qui agissent sur une substance sensible donnée. Généralement les spectres chimiques s'étendent au delà de l'extrême violet jusqu'à une distance qui est quelquefois égale à la moitié de la longueur du spectre lumineux; il s'ensuit qu'il se trouve au delà des rayons lumineux une infinité de raies nouvelles qui font suite à celles que Fraunhofer avait observées. Je les ai dessinées avec soin sur une planche que je présente en même temps à l'Académie.

» Dans la troisième partie, est exposée l'action des rayons solaires sur les corps qui deviennent lumineux sous leur influence, c'est-à-dire sur les corps phosphorescents par insolation. On a reconnu que les spectres phosphorescents possédaient les mêmes raies que les spectres chimiques et lumineux. Les substances qui ont été employées dans ces expériences sont les sulfures de calcium et de barium (c'est-à-dire les phosphores de Canton et de Bologne), regardés comme étant les plus impressionnables. En constatant les effets, j'ai été conduit à la découverte d'autres rayons qui agissent sur ces substances uniquement pour détruire la phosphorescence produite. Si l'on fait agir par exemple le spectre solaire sur le sulfure de calcium, on observe un spectre phosphorogénique ayant deux maxima d'action, l'un vers l'extrême violet, l'autre au delà; l'action s'arrête dans les rayons les moins réfrangibles vers la raie G; mais, à partir de cette raie, c'est-à-dire de la limite du bleu et de l'indigo jusque bien au delà du rouge, il se trouve un spectre de rayons dont l'effet est de détruire complétement la phosphorescence produite par l'action des autres rayons, et même d'empêcher ce sulfure d'être phosphorescent par la chaleur.

» Le sulfure de barium soumis aux mêmes recherches, présente les mêmes résultats, si ce n'est que le spectre des rayons phosphorogéniques n'a qu'un maximum d'action situé au delà de l'extrémité violette.

» Ces faits montrent donc que des rayons situés au delà des rayons visibles, c'est-à-dire des rayons obscurs, produisent de la lumière, puisque ces sulfures deviennent phosphorescents sous leur influence, et qu'ensuite, en faisant tomber sur eux des rayons lumineux, rouges, orangés, jaunes, verts, bleus, on détruit cette faculté et ces corps redeviennent obscurs.

» Enfin la quatrième partie de ce travail renferme quelques idées théoriques touchant l'action des rayons solaires sur les corps.

» Je n'ai pas encore résolu complétement la question relative à la chaleur rayonnante et à la détermination des raies du spectre calorifique; mais je m'en occupe actuellement, et j'espère pouvoir publier incessamment tous les résultats auxquels ces recherches m'auront conduit. »

En présentant le travail dont on vient de lire l'analyse, M. **Arago** rappelle qu'à l'époque où, de divers côtés, on attaquait la découverte de M. Daguerre, il signala les expériences que M. Becquerel vient de faire, avec tant de succès, sur l'existence des stries dans le spectre chimique, comme une des applications auxquelles les nouveaux réactifs se prêteraient parfaitement. M. Arago indique aussi diverses modifications importantes, que les expériences déjà faites pourraient recevoir dans l'intérêt des théories de la lumière.

Le secrétaire s'est cru également obligé, pour rendre hommage à la vérité, de réclamer en faveur de M. *Seebeck*, de Berlin, la découverte de la propriété singulière dont certains rayons lumineux sont doués, *d'éteindre* la lumière phosphorique des corps. Voici le passage dans lequel le physicien allemand consigna ses observations :

« *Le rouge jaunâtre tue les phosphores de Marggraff et de Canton; le bleu les ranime* (1).

» Les phosphores de baryte, préparés d'après la méthode connue de Marggraff, luisent d'un *rouge jaunâtre*; les phosphores de sulfate de strontiane répandent une lumière *verte* (vert de mer), quelquefois *bleue*; les phosphores de Canton (sulfures de chaux, coquilles d'huîtres) luisent en *rouge des roses* ou en *violet* très-pâle.

» En les exposant aux couleurs prismatiques, les phosphores luisaient fortement dans le bleu et le violet; ils devinrent même lumineux au delà du violet, où à peine on voyait encore de la couleur. Ils s'affaiblirent dans le vert, plus encore dans le jaune : ils devinrent le plus faibles dans le rouge. Lorsque l'ouverture par laquelle passait la lumière était rétrécie de 6 lignes à 2, les phosphores devinrent luisants dans le *bleu* et le *violet*, mais aucunement dans le *rouge*.

» Je plaçai dans l'ouverture un verre *bleu* foncé si épais, qu'à peine on distinguait encore à travers des objets fortement éclairés. Le soleil donnant par l'ouverture, le phosphore de Bologne devint de suite lumineux, répan-

---

(1) Goethe; *Farbenlehre*, t. II, p. 703.

dant comme d'ordinaire une lueur rougeâtre. Je remplaçai le verre bleu par un verre *rouge jaunâtre* si peu épais, qu'on reconnaissait à travers les objets très-facilement. Aucun de mes phosphores ne devint lumineux, quoiqu'on les exposât très-longtemps à la lumière rouge jaunâtre.

» Un phosphore fut rendu luisant à la pure lumière du soleil. On observa le temps dans lequel il s'éteignait de lui-même: c'était 10 minutes. Je le rendis de nouveau luisant au soleil, et je le plaçai rapidement dans la lumière qui traversait un verre rouge jaunâtre. Ce phosphore s'éteignit entièrement et dans un temps plus court qu'à l'obscurité. Après une ou deux minutes on ne voyait aucune lueur. Plus le ciel était pur, et plus le verre rouge jaunâtre éteignait avec force.

» Je confirmai ces contrastes entre le bleu et le rouge par les expériences suivantes: je plaçai une lentille de 4 pouces dans la lumière qui avait traversé un verre rouge jaunâtre. Le phosphore placé au foyer (c'était un phosphore qui répandait la plus vive lumière) fut éteint sur-le-champ; c'était comme un charbon jeté dans l'eau; il n'était pas même nécessaire que le phosphore fût entièrement au foyer de la lentille. On substitua au verre rouge jaunâtre, un verre bleu très-épais. Des phosphores terreux qui ne luisaient pas furent placés au foyer; ils devinrent sur-le-champ aussi lumineux qu'ils le deviennent au soleil sans interposition de verre. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'acide nitrique; par* M. E. **Millon.** (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Regnault.)

« La purification ordinaire de l'acide nitrique consiste principalement à en séparer les acides hydrochlorique et sulfurique. Mais les procédés qu'on emploie n'en séparent point l'acide nitreux. Cet acide y existe cependant, lors même que l'acide est très-dilué et tout à fait incolore. Pour montrer l'influence de cette portion nitreuse, je dirai qu'il suffit que l'acide le plus affaibli en contienne des traces pour qu'il précipite l'iode des iodures, le soufre des monosulfures; pour qu'il colore les protosels de fer en brun et le cyanoferrure de potassium en vert; tandis que le même acide, s'il est parfaitement pur, décompose les monosulfures sans les troubler, ne déplace point l'iode de sa combinaison avec les métaux alcalins et ne colore ni les protosels de fer, ni le cyanoferrure de potassium.

» J'ajoute encore que le bleu d'indigo qui est décoloré par l'acide nitri-

que nitreux dans un certain état de dilution, conserve sa couleur au contact de quantités très-considérables d'acide nitrique pur, et que la couleur verte très-intense qui est communiquée par l'acide nitrique à certaines urines dans lesquelles on soupçonne la présence de la matière colorante de la bile, est uniquement due à l'acide nitreux.

» L'acide nitrique à 1 équivalent d'eau ne se distille pas sans se décomposer; aussi me paraît-il difficile qu'on l'ait obtenu par les procédés qui ont été indiqués jusqu'ici. Ils ne m'ont jamais fourni que des acides très-nitreux d'une hydratation variable. Aussi ai-je été obligé de recourir à de nouveaux moyens pour le préparer. Il est parfaitement blanc et ne se colore à la lumière qu'autant que celle-ci s'accompagne d'une température de $+30°$ à $+40°$.

» J'ai mis le plus grand soin à établir tous les hydrates que la distillation pouvait fournir, et le regret que j'ai ressenti de ne trouver que fort peu de détails dans les auteurs qui se sont occupés de ce sujet, m'a fait décrire, dans le Mémoire dont je donne ici un extrait, avec un soin minutieux toutes les circonstances dans lesquelles j'ai opéré. C'est d'ailleurs sur cette détermination exacte des hydrates que reposent les principaux résultats que j'exposerai.

» Je suis arrivé à obtenir, indépendamment de l'acide à 1 équivalent d'eau, les acides à 2, à 4 et à $4\frac{1}{2}$.

» Il m'a été impossible d'en fixer d'autres à l'aide de la distillation.

» La constitution de ces hydrates m'a fait reprendre l'analyse de quelques nitrates. M. Graham avait déjà fixé la composition des nitrates de zinc, de magnésie, de cuivre et de bismuth; mais il avait été contredit sur la constitution du nitrate de zinc, et ses conclusions paraissaient un peu trop généralisées en portant sur tous les oxydes magnésiens.

» J'ai donc repris l'analyse du nitrate de zinc et de magnésie; j'y ai ajouté celles du nitrate de manganèse et de cobalt; j'ai revu encore celle du nitrate de nickel qui se trouve indiquée déjà dans les auteurs. Tous ces nitrates contiennent 6 équivalents d'eau, comme M. Graham l'avait démontré pour les uns et prévu pour les autres. Mais le nitrate de chaux sort de la série magnésienne par son nitrate aussi bien que par son sulfate; il ne renferme que 4 équivalents d'eau, et possède encore d'autres hydrates où la proportion d'eau est moins forte. Bien qu'il perde facilement toute son eau dans le vide, il est susceptible de former plusieurs nitrates basiques en bouillant sur l'hydrate de chaux.

» L'acide nitrique paraît ainsi peu propre à former des séries à la ma-

nière de l'acide phosphorique, et sortirait visiblement de la formule générale que M. Graham semblait disposé à adopter.

» L'action de l'acide nitrique sur le chlorate de potasse fournit un agent d'oxydation beaucoup plus efficace que ceux qu'on a employés jusqu'ici à l'égard de certaines substances, le soufre, le sélénium, par exemple, ainsi que les substances organiques. La mousse de platine résiste très-bien à cette action, bien qu'elle se trouve à une température de + 125° en présence de l'acide nitrique et du chlore à l'état naissant. C'est un fait qui ne m'a pas semblé sans importance pour la théorie de l'oxydation à laquelle m'a conduit l'action de l'acide nitrique sur les métaux.

» Dans le courant des recherches que je viens d'indiquer très-sommairement, j'ai eu lieu d'observer que l'acide nitrique affaibli, parfaitement pur, n'attaquait pas le cuivre, ainsi que plusieurs autres métaux, tels que le bismuth et le mercure. Ce fait était nouveau. On n'ignorait pas que l'acide nitrique, dans un très haut degré de concentration, n'attaquait pas quelques métaux, le fer et l'étain par exemple; mais ce même acide affaibli était considéré comme un de leurs oxydants les plus énergiques : il s'en faut pourtant ; et si l'on pouvait établir une règle générale à l'égard de l'action de l'acide nitrique pur sur les métaux, ce serait qu'il n'en attaque aucun, si l'on en excepte les métaux alcalins.

» On comprend que cette proposition exige des développements; je commencerai par l'exposition des faits que j'ai eu lieu d'observer à l'égard du cuivre.

» Un acide de 1,070 de densité n'attaque pas le cuivre à + 20°. Plus concentré, il l'attaque avec énergie. Mais si l'on fait passer un courant de deutoxyde d'azote sur le cuivre recouvert de l'acide qui ne l'attaque point, ou mieux encore si l'on y verse quelques gouttes d'une solution concentrée de nitrite de potasse, l'attaque du cuivre commence, et dès qu'elle est commencée, se propage durant plusieurs heures, pourvu que les quantités de métal et d'acide soient suffisantes. Lorsque la réaction est ralentie ou complétement arrêtée, ce qui arrive après quelques heures, on peut la ranimer par une nouvelle addition de nitrite, et, suivant qu'on veut obtenir un dégagement plus ou moins abondant, on ajoute une quantité plus ou moins grande de ce nitrite.

» Je recherchai si un courant gazeux qui traverserait l'acide provoquerait la même réaction, mais j'employai inutilement un courant d'acide carbonique, d'hydrogène, d'oxygène et de protoxyde d'azote. Je décomposai au sein même de l'acide du carbonate, du chlorure de chaux et du

sulfure de potassium ; l'acide carbonique, le chlore et l'hydrogène sulfuré se dégagèrent sans provoquer aucune réaction.

» Si cette oxydation était uniquement due au deutoxyde d'azote, je devais, en supprimant tout d'un coup ce gaz, arrêter aussitôt la réaction; c'est en effet le phénomène qui s'est produit par l'addition du protosulfate de fer. Le dégagement en pleine activité fut subitement interrompu.

» Comme j'avais remarqué qu'une élévation de température assez faible déterminait l'oxydation du cuivre même par l'acide pur de 1,070, je pensai que la chaleur développée par la décomposition du nitrite pouvait être le point de départ de la réaction. Je disposai alors un mélange de glace et de sel marin dans lequel je portai le métal et l'acide lorsque l'oxydation fut vivement engagée : le gaz s'arrêta dès que l'acide commença à se coaguler; mais en retirant ensuite du mélange réfrigérant, le tube de verre dans lequel l'expérience se passait, et en le laissant reprendre doucement la température ambiante (+ 20°), l'oxydation recommença bientôt, et je pus de la sorte, avec le même métal et le même acide, interrompre et rétablir plusieurs fois, par des congélations successives, la marche de ce curieux phénomène.

» Cette suspension du dégagement gazeux par l'application du froid, isolait complétement l'action du deutoxyde d'azote de toute influence du calorique. J'avais été frappé néanmoins de la décomposition de l'acide nitrique pur et affaibli par le cuivre à une température qui n'était ni assez élevée pour décomposer l'acide, ni assez prolongée pour le concentrer. Je cherchai alors à suivre l'influence de la température, suivant les différents degrés de concentration de l'acide.

» Je fixai d'abord le cas bien connu dans lequel le cuivre n'est point attaqué par un acide nitrique fumant; il faut à + 20° que cet acide soit dans un état très-voisin de son maximum de densité, qui est 1,552 à + 20°. C'est cet état que j'ai discuté et analysé aussi complétement que possible dans le courant de mon Mémoire.

» Quant à l'acide pur à 1 équivalent d'eau, il attaque le cuivre avec une violence extrême à + 20°; il en est de même, à cette température, des acides à 4 équivalents, à $4\frac{1}{2}$, et de tous les acides intermédiaires à la densité de 1,070.

» Mais si l'on prend tous ces acides d'une densité décroissante, depuis l'acide à 1 équivalent d'eau jusqu'à l'acide à 1,070, et qu'on les tienne plongés dans des tubes de verre, au milieu d'un mélange réfrigérant, on trouve

que le cuivre se conserve dans tous ces acides, avec quelques modifications suivant leur état.

» Dans l'acide à 1 équivalent d'eau, le cuivre se recouvre d'une couche bleuâtre, et la liqueur prend une légère teinte verte. Mais l'action ne va pas plus loin; elle ne se propage pas davantage lorsqu'on retire le tube du mélange, et qu'on le laisse revenir à la température de l'atmosphère. J'ai conservé ainsi du cuivre pendant plusieurs jours à une température de +20°. La couche bleuâtre qui s'est formée à la surface du cuivre est insoluble dans les acides concentrés, mais très-soluble dans l'eau.

» Les acides à 4 équivalents, à $4\frac{1}{2}$ équivalents, et les acides plus faibles, laissent au cuivre son éclat métallique, tant qu'ils sont au sein du mélange. Mais vient-on à les sortir, les acides à 4 équivalents et à $4\frac{1}{2}$ équivalents recouvrent le cuivre d'une couche bleuâtre et ne vont pas plus loin, à moins qu'on n'agite fréquemment le tube qui les renferme; tandis que les acides plus hydratés commencent leur action dès que leur température s'élève un peu. Le moment de leur attaque varie toutefois suivant leur concentration. Ainsi l'acide de 1,217 commence son action à —10°; un acide de 1,108 la commence à —2°.

» Les gaz qui résultent de ces oxydations sont encore différents, suivant la température et le degré de concentration. M. de Humboldt avait déjà remarqué dans son Mémoire sur l'analyse de l'air, que l'acide nitrique affaibli donne, avec le cuivre, le deutoxyde d'azote le plus pur. Si en même temps la température ne s'élève pas, on a ainsi un gaz complétement absorbable par le protosulfate de fer. L'acide dont la réaction s'accompagne d'un grand dégagement de chaleur est toujours mêlé d'azote; enfin l'acide de 1,217, dont l'action commence à —10°, ne donne que très-peu de bioxyde, mais beaucoup de protoxyde d'azote si on le maintient à cette température.

» Il faut conclure des faits que je viens de citer, que l'oxydation du cuivre par l'acide nitrique est subordonnée, 1° à la concentration de l'acide; 2° à la température; 3° à la présence du deutoxyde d'azote; 4° à la solubilité des produits qui peuvent prendre naissance dans l'acide même qui les engendre.

» Ces principes s'étendent à tous les métaux; mais ils présentent, suivant le métal, des modifications dont les principales sont bien importantes à connaître.

» L'argent se range à côté du cuivre. (Je supprime ici les détails). Il en est de même du mercure, qui s'attaque complétement par l'acide à 1 équivalent d'eau, bien que le produit qui prend ainsi naissance soit insoluble

dans cet acide; mais cette attaque complète est due à la mobilité des molécules du mercure, qui présente successivement tous ses points.

» Le bismuth et l'étain offrent une marche particulière. Le bismuth conserve son brillant métallique à + 20° dans les acides à 1 et à 2 équivalents; mais un acide moins concentré, à 4 ou 4 $\frac{1}{2}$, l'attaque avec une violence extrême. Continue-t-on d'affaiblir l'acide, de manière à l'amener à une densité de 1,108, le métal se conserve. Il faut le concours de la chaleur ou du deutoxyde d'azote pour que l'action commence; une fois engagée, elle subit de la part du sulfate de fer et du mélange réfrigérant les mêmes influences que le cuivre.

» L'étain ne diffère que très-peu du bismuth. Le zinc possède une marche qui lui est propre. Les acides à 1 et à 2 équivalents ne l'attaquent pas au milieu d'un mélange réfrigérant, dont la température doit être exactement à — 18°, si elle n'est inférieure. Le métal se recouvre d'une couche d'un blanc légèrement jaunâtre, qui le préserve d'une action ultérieure tant qu'il est au milieu du mélange réfrigérant, mais qui devient sans doute soluble avec un accroissement de température; car, lorsqu'on sort le tube du mélange d'action, il se développe avec violence, et tout le métal se trouve dissous.

» Dans l'acide à 4 équivalents, à 4 $\frac{1}{2}$, et même dans un acide encore plus hydraté, le zinc, qui s'attaque avec une extrême vivacité à une température voisine de 0°, conserve au contraire son brillant métallique dans les mêmes acides refroidis. Mais vient-on à reprendre doucement la température ambiante, l'action paraît avec toute son énergie.

» Enfin, les acides affaiblis attaquent tous le zinc, malgré l'abaissement de température.

» On voit que cette oxydation suit des phases presque toujours inverses de celles de l'étain et du bismuth.

» Ce n'est qu'après avoir soigneusement étudié toutes les réactions que je viens de signaler, que j'ai osé m'arrêter à celle du fer; je la trouvais décrite avec tant de circonstances minutieuses et bizarres, que je l'ai reprise bien des fois avant de croire à toute la simplicité que j'y découvrais. Il est inutile de dire que je me suis tenu dans le cercle des phénomènes que j'examine, laissant de côté les effets de contact et les phénomènes électriques, dont je n'ai jamais pu obtenir même les principaux indiqués pour le fer; ce qui tenait sans doute à ma grande inexpérience de ces sortes de recherches.

» De petites boules de fer, très-bien polies, déposées dans l'acide nitrique, à 1 et à 2 équivalents d'eau, se sont recouvertes d'une couche tantôt noire,

tantôt bleue, tantôt bleue nuancée de jaune, en donnant naissance à quelques bulles de gaz qui se dissolvaient. Ces nuances rappelaient tout à fait l'aspect du recuit. Le fer, ainsi revêtu, n'est plus attaqué par aucun acide faible ou concentré, à moins qu'on n'en élève la température. Cette couche présente sensiblement les caractères du protoxyde de fer, que j'ai en effet, trouvé inattaquable par tous les acides nitriques, soit qu'on l'obtienne par la combustion du fer dans l'oxygène, ou par le passage d'un courant voltaïque énergique à travers des fils de clavecin, soit encore que l'on recuise simplement les mêmes petites boules que j'employais.

» Il y avait dans ce premier cas analogie avec le zinc, qui n'est préservé dans l'acide concentré qu'à la faveur d'une couche jaunâtre que j'ai signalée, mais qui se trouve soluble dans l'acide nitrique, pour peu que sa température s'élève ou bien qu'il s'étende d'une plus grande quantité d'eau.

» L'acide à 4 équiv., à $4\frac{1}{2}$, et même l'acide un peu plus faible, conserve au fer tout son brillant métallique; mais l'attaque se développe énergiquement dès qu'on chauffe.

» Ce deuxième cas met encore le fer dans une analogie parfaite avec le zinc.

» Enfin je pris un acide très-affaibli, ou bien j'ajoutai de l'eau à l'acide dans lequel le fer conservait son éclat métallique, et je vis aussitôt l'action commencer, mais sans violence, et en produisant le nitrate vert que M. Thenard a signalé le premier.

» On voit donc que l'analogie se poursuit dans tous les cas entre le zinc et le fer, avec une simple différence de température qui établit constamment la facilité de l'oxydation à l'avantage du zinc.

» L'antimoine et l'arsenic se séparent de tous les métaux que je viens d'examiner.

» L'arsenic n'est attaqué à la température ordinaire (+20°) par aucun acide pur ou nitreux, quelle que soit sa concentration.

» L'antimoine ne s'attaque que par les acides les plus concentrés, mais doucement, sans effervescence gazeuse.

» Un mélange d'acide nitrique et d'acide hydrochlorique n'attaque pas davantage ces métaux, tant que les deux acides ne réagissent pas l'un sur l'autre, ce qui exige soit leur concentration, soit l'application de la chaleur, quand on part de corps parfaitement purs. Mais prend-on au contraire le mélange de ces deux acides, dans un état de dilution extrême, et après y avoir mis, soit de l'antimoine, soit de l'arsenic, vient-on à ajouter quelques gouttes de nitrite; aussitôt la réaction se propage comme pour le cuivre et le bismuth.

» Le mélange des acides nitrique et hydrochlorique, tant qu'ils ne sont point assez concentrés ou assez chauffés pour fournir de l'eau régale, demeure donc sans action. C'est inutilement qu'on y fait passer un courant de chlore gazeux; il faut l'addition d'un nitrite ou bien la formation de l'eau régale, c'est-à-dire encore la présence de l'acide nitreux. L'acide hydrochlorique fournit en même temps un dissolvant et un agent de décomposition, pour arriver à une production d'acide nitreux.

» Il en est du platine comme de l'arsenic et de l'antimoine, mais il faut pour son attaque une température plus forte. Cependant, même à la température ordinaire de l'atmosphère, dans un mélange d'acide hydrochlorique et nitrique trop affaiblis pour fournir de l'eau régale, le platine, sous l'influence du nitrite de potasse, s'attaque assez pour fournir une liqueur chargée de platine et de cristaux abondants de chlorure double de platine et de potassium qui tapissent le verre. Mais cette réaction demande deux ou trois jours, et plusieurs additions successives de nitrite de potasse.

» J'ajoute encore deux faits qui achèvent, ce me semble, d'élucider cette théorie de l'eau régale :

» 1°. De la mousse de platine abandonnée vingt-quatre heures au contact du bichlorure d'hydrogène qui fournit incessamment du chlore et de l'acide hydrochlorique, n'a pas perdu 1 milligramme de son poids;

» 2°. De la mousse de platine, en présence du chlore à l'état naissant et de l'acide nitrique, à une température de $+125°$, conditions que réalise l'action de l'acide nitrique sur le chlorate de potasse; la mousse de platine, dans ces conditions, ne se dissout pas, ne s'oxyde pas, ne perd pas 1 milligramme de son poids.

» En résumé, acides nitrique et hydrochlorique réunis, acide nitrique et chlore réunis, acide hydrochlorique et chlore réunis n'attaquent pas le platine: mais le deutoxyde d'azote intervient-il, en présence d'un dissolvant, à une température suffisante, le platine est attaqué. Mêmes principes, mêmes influences pour la dissolution du platine, de l'arsenic, de l'antimoine et des autres métaux. Mais quel est le produit qui résulte de l'action du deutoxyde d'azote sur l'acide nitrique? Car, on le voit, c'est là que réside le dernier terme du problème. Une expérience bien simple résout la question.

» Si l'on fait passer du deutoxyde d'azote dans l'acide nitrique, et qu'on porte ensuite la liqueur dans un mélange réfrigérant, on peut la saturer par un alcali ou son carbonate, sans qu'il se dégage aucune trace de deutoxyde d'azote; il se produit un nitrite. Le deutoxyde d'azote en présence de l'acide

nitrique constitue donc une combinaison et non pas une dissolution. C'est cet acide nitreux qui, à une température variable, dans des conditions convenables pour la solubilité, produit l'oxydation des métaux. On comprend qu'ainsi le platine s'attaque en même temps que l'argent lorsqu'on vient à traiter leur alliage par l'acide nitrique. Quant à la marche générale des oxydations que j'ai décrites, elle s'explique sans peine: l'acide nitreux forme des nitrites de cuivre, de mercure, d'argent qui sont détruits par l'acide nitrique à mesure qu'ils se forment; cette destruction donne naissance au deutoxyde d'azote, qui, retrouvant de l'acide nitrique, refait de l'acide nitreux; d'où résulte une nouvelle attaque et une nouvelle destruction. Ainsi ces phénomènes de propagation, si singuliers à leur premier aspect, rentrent dans le cas bien simple d'un acide composé d'azote et d'oxygène cédant son oxygène aux métaux, et n'appellent pour leur explication que les principes les plus ordinaires de l'affinité chimique. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur un appareil propre à donner une vitesse constante à l'écoulement des fluides gazeux; par* M. **Rigollot.**

(Commissaires, MM. Arago, Dumas, Payen.)

L'auteur de la Note met sous les yeux de l'Académie, un modèle de son appareil, et le fait fonctionner, comme régulateur pour le gaz d'éclairage. Cet essai, dans lequel on a fait varier rapidement la pression dans le gazomètre, montre que ce changement n'en produit aucun dans la longueur de la flamme, ni dans l'intensité de la lumière des becs munis du régulateur, tandis que dans un bec voisin alimenté par le même gazomètre, mais indépendant de l'appareil régulateur, une différence de pression en plus ou en moins allonge ou raccourcit aussitôt la flamme.

On conçoit que du moment où l'on est parvenu à rendre constant l'écoulement du gaz, quelle que soit d'ailleurs la pression, il suffit de connaître le temps pendant lequel le bec est resté ouvert, pour savoir quelle a été la dépense en gaz. Or le temps de l'écoulement se mesure très-exactement, et sans possibilité de fraude de la part du consommateur, au moyen d'un compteur déjà imaginé depuis quelque temps, et disposé de telle manière que le mouvement qu'on fait pour ouvrir le robinet du tube conducteur, met en marche un pendule qui s'arrête dès qu'on ferme le robinet.

M. **Gaudin** transmet le résultat des observations qu'il a eu occasion de

faire sur l'état des rails du *chemin de fer* dans le point où a eu lieu la catastrophe du 8 mai, et sur la position des deux locomotives :

« ...M'étant trouvé sur les lieux, une heure après l'accident, j'ai vu, dit-il, les deux locomotives pour ainsi dire debout, et non couchées sur le flanc, comme il est dit dans le rapport, etc. Ce ne sont cependant pas ces questions de détail qui me font rompre le silence, mais bien une circonstance capitale, que je ne vois nulle part mentionnée, à mon grand étonnement. Voici le fait : A quelques mètres au delà de l'endroit où gisait l'essieu rompu, les rails avaient été brisés, et avec une telle violence, qu'il y en avait des fragments dont la longueur ne dépassait pas un décimètre: c'est le rail droit, de Versailles à Paris, qui avait subi cette rupture violente; et ce qui me frappa encore plus, ce fut de trouver le rail gauche *ployé en S dans le plan vertical.* »

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

L'Académie renvoie à la même Commission quatorze communications relatives aux moyens de rendre les chemins de fer moins dangereux, communications adressées par MM. **Bucaille**, **Carré**, **Chavagneux**, **Chesneaux**, **Delevaux**, **Dericquehem**, **Fleureau**, **Lefuel**, **Lortet**, **Mauguin**, **Paul**, **Ricord**, et par deux anonymes.

M. **Passot** adresse une Note ayant pour objet, dit-il, la démonstration de la proposition suivante :

« Chacun des éléments d'une trajectoire décrite en vertu d'une impulsion primitive et d'une force centrale constamment dirigée vers le même point, est parcouru avec une vitesse rigoureusement uniforme. »

(Commissaires, MM. Cauchy, Coriolis.)

M. E. **Robert** adresse, comme supplément à un Mémoire de géologie qu'il avait présenté dans le mois d'avril dernier, quelques remarques relatives aux réclamations de priorité élevées à l'occasion de ce Mémoire par M. *Thomas* et par M. *de Roys*.

« Je n'ai jamais prétendu, dit M. Robert, signaler comme un fait nouveau la présence du fer et du manganèse dans notre terrain tertiaire; j'ai même eu soin de rappeler dans mon travail, ainsi que je le devais, que le premier de ces métaux avait été indiqué depuis longtemps par M. Al. Brongniart, dans son ouvrage classique sur le bassin de Paris, et que le second l'avait

été par M. Malaguti : la priorité appartient donc à ces savants. Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis borné à étudier sous les rapports géologique, minéralogique et métallurgique, 1° un minerai qui a tous les caractères du fer pisoolithique, et que personne avant moi, que je sache, n'avait envisagé de cette manière; 2° un autre minerai de manganèse, qui, par son gisement et sa structure, n'a aucune espèce de rapport avec celui que M. de Roys a reconnu dans la montagne de Train. »

M. **Baudouin** appelle l'attention de l'Académie sur un phénomène d'acoustique qu'il a eu occasion d'observer pendant le jeu de la machine à sécher le linge établie dans la blanchisserie d'Ivry. La machine, en tournant sur son axe, projette autour d'elle l'eau dont le linge était chargé, et les gouttes qui s'échappent de tous côtés viennent frapper une enveloppe extérieure en métal. Il se produit ainsi un son dont l'acuité croît avec la rapidité de la rotation : or, suivant l'auteur de la Note, ces changements de son, au lieu d'avoir lieu par degrés insensibles, se feraient entre certaines limites, par le saut brusque d'une note à une autre. M. Baudouin assure que le fait a été constaté plusieurs fois, et il ajoute que le propriétaire de l'établissement est disposé à mettre l'appareil à la disposition de l'Académie, si elle jugeait nécessaire de faire répéter l'expérience.

(Commissaires, MM. Arago, Puissant, Duhamel.)

M. **Fremont** adresse un lemme sur lequel il a fondé une nouvelle *théorie des parallèles* qu'il se propose de soumettre ultérieurement au jugement de l'Académie.

M. *Sturm* est invité à prendre connaissance de cette Note.

M. **Mareschal** adresse un supplément à un Mémoire précédemment présenté, concernant le *système métrique*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Coulvier-Gravier** présente une nouvelle série d'observations relatives aux *étoiles filantes* considérées comme pouvant indiquer, par leur direction générale, les changements de temps qui devront survenir quelques jours plus tard.

M. **Berriat**, qui avait précédemment consulté l'Académie, au nom de la

municipalité de Grenoble, sur les moyens à prendre pour conserver aux eaux d'une source thermale qu'on se propose d'amener jusque dans cette ville, une grande partie de la chaleur qu'elles ont près de la source, adresse aujourd'hui les résultats d'expériences qui ont été faites dans ce but, sur une substance que l'on représente comme mauvais conducteur de la chaleur.

(Commission précédemment nommée.)

M. Viau prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de l'examen d'un appareil qu'il a proposé pour soulever du fond les navires submergés.

(Cette Lettre est renvoyée à la Commission chargée de faire le Rapport.)

CORRESPONDANCE.

ACOUSTIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'influence de l'élasticité dans les cordes vibrantes; par* M. N. Savart.

« Il résulte de nos recherches, dit l'auteur en terminant son Mémoire, que pour avoir le nombre de vibrations que produit une corde tendue, il faut considérer cette corde dans deux états différents. On la suppose d'abord non élastique, mais soumise à la tension; on la suppose ensuite non tendue, mais élastique. La somme des carrés des nombres de vibrations pris dans chacune de ces hypothèses, est égale au carré du nombre de vibrations qu'exécutera la corde quand elle sera à la fois élastique et tendue. Il en est de ce dernier nombre comme de la résultante de deux forces perpendiculaires entre elles.

» Cette loi restant invariable pour toutes les tensions, depuis celles qui sont nulles jusqu'à celles qui rompent la corde, il s'ensuit qu'elle ne peut servir à faire connaître le moment où les forces moléculaires sont sur le point de céder. Tout ce que nous avons pu remarquer à cet égard, c'est que les vibrations deviennent de plus en plus faciles, et produisent un son d'autant plus intense et plus pur, que les charges sont plus fortes. Ainsi ces qualités se trouvent à leur plus haut degré au moment où la rupture va se faire.

» Cette observation donne lieu à la conjecture qui suit. Lorsque la charge est très-considérable, l'élasticité n'ajoute plus qu'un petit nombre de vibra-

tions à celui que fournit la tension; elle n'est plus, relativement, qu'une force extrêmement faible, et c'est alors seulement que le son acquiert toute sa pureté, comme nous venons de le dire. On sait, d'un autre côté, que les verges font entendre aussi des sons très-purs; et dans ce cas, au contraire, l'élasticité seule est en jeu. Ne serait-il donc pas permis de penser que la nature du son dépend de la combinaison des deux forces, et qu'elle est d'autant plus parfaite qu'une de ces deux forces a moins d'influence? S'il en est ainsi, il faut, pour obtenir des sons purs avec les cordes, employer celles qui ont le moins d'élasticité possible et qui, en même temps, peuvent être fortement tendues. Les cordes à boyau sont dans ce cas, et produisent en effet des sons d'un timbre beaucoup plus doux que celui des fils de métal.»

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques résultats obtenus dans des forages récents.* (Extrait d'une Lettre de M. **Degousée** à M. *Arago*.)

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que le puits que j'ai entrepris à l'hôpital général de Lille, à 1500^{m} environ de celui que j'avais précédemment exécuté à l'hôpital militaire de cette ville, présente les mêmes variations de produit que le premier. Il en diffère en ce que les eaux s'élèvent moins haut, quoique la surface du sol soit parfaitement horizontale.

» A l'hospice civil comme à l'hôpital militaire, j'ai rencontré l'eau jaillissante dans le calcaire carbonifère à 120^{m} de profondeur. Mais, pour obtenir une ascension plus forte, j'ai, sans quitter cette formation, poussé le sondage jusqu'à 170^{m}. N'ayant rencontré aucune fissure, le niveau de l'eau n'a pas varié par ce supplément d'approfondissement, que je me propose de continuer encore 10^{m}.

» Le plateau, qui part de Lagny et se prolonge avec des découpures jusqu'à la forêt d'Arminvillers, s'élève, au moulin de Saint-Léonard-La-Chapelle, jusqu'à 110^{m} au-dessus de la Marne. Entre les châteaux de Belle-Assise et de Ferrières se trouve dans le terrain un pli, inférieur au point culminant de 30^{m}, et de 80^{m} au-dessus de la rivière. J'y ai exécuté le mois dernier trois forages de 3 et 9^{m} de profondeur. Chacun d'eux donne de l'eau jaillissante au-dessus du sol. Ils sont placés à 40^{m} de distance l'un de l'autre. Depuis quinze ans que j'exécute des sondages, c'est le premier résultat obtenu sur un point aussi culminant.

» Chargé récemment par le prince de Hesse-Hombourg de faire des sondages dans la chaîne du Taunus, j'ai obtenu dans les argiles schisteuses,

à 68, 90 et 120 mètres de profondeur, trois fontaines, l'une gazeuse et les deux autres minérales.

» Je termine cette Note en vous adressant les résultats acquis par plusieurs sondages, exécutés à Paris et aux environs sur le gisement de la craie.

Rive droite de la Seine....	A la petite Villette, n° 84, la craie se présente à....	157	mètres.
	Dans le fossé N. O. du château de Vincennes......	102	
	Au faub. St.-Antoine, au coin de la rue de Montreuil.	99	
	Aux Batignolles..........................	85	
	Au bazar du boulevard Bonne-Nouvelle.........	80	
	Aux Bains chinois..........................	80	
	A Auteuil	12	
	A Boulogne..............................	8	
Rive gauche...	A Creteil................................	78	mètres.
	Rue du Jardin du Roi, à Paris................	48	
	Barrière d'Italie..........................	65	
	Au val Fleury............................	18	

M. *Degousée* transmet de plus une lettre qui lui a été adressée du grand oasis de Thèbes, par **Aime-Bey**, directeur des mines d'Égypte, occupé en ce moment du projet de rétablir quelques-uns des puits forés ouverts par les anciens au pied de la chaîne lybique.

« Chargé par le pacha de la direction des fabriques de produits chimiques » et des travaux relatifs aux mines, j'ai dû, dit Aime-Bey, créer des établis- » sements dans des lieux où souvent l'eau potable manque. Dans divers » oasis de la chaîne lybique, il n'y a ni sources ni rivières et il n'y pleut » jamais. Si ces pays ont aujourd'hui quelques habitants, bien peu nom- » breux comparativement à leur ancienne population, c'est qu'il y existe » encore quelques fontaines forées faites il y a plusieurs milliers d'années; » mais le plus grand nombre de ces fontaines est en ruines, et le peu qui » en reste se détériore journellement, ce qui, avec le temps, doit éloi- » gner forcément toute population de ces contrées si l'on n'y porte re- » mède; par ce motif, j'ai fait faire divers sondages pour reconnaître les » terrains qu'il y a à traverser pour arriver jusqu'à la masse d'eau qui, de » temps immémorial, alimente ces fontaines. Aujourd'hui je suis fixé sur » ce point..... »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un aérolithe tombé aux environs de Berrias (Lozère).* — Extrait d'une Lettre de M. **J. de Malbos** à M. *Élie de Beaumont.*

« Le 15 juin 1821, environ 3 heures après midi, j'aperçus un globe de

feu qui tombait avec une vitesse extraordinaire du côté d'Entraigue, à 9 lieues de distance de Berrias; cette marche si rapide, dans une direction presque verticale, me fit présumer que c'était un aérolithe, et une explosion semblable au bruit d'un tonnerre lointain, qui se fit entendre environ quatre minutes après, me confirma dans cette opinion.

» J'écrivis à Aubenas pour que l'on fît des recherches, et au bout de quelques jours, un aérolithe de 225 livres fut trouvé à Juvinas, à 5 pieds de profondeur, dans un sol très-pierreux; un fragment considérable se voit à Paris, au Muséum d'Histoire naturelle; j'envoyai à M. Biot un rapport très-détaillé, qui fut lu à l'Académie des Sciences par M. Delambre.

» Avant-hier 3 juin, à 9 heures 5 minutes du soir, j'aperçus un globe de feu rougeâtre, ayant à peu près la grandeur apparente de la Lune, qui tombait à l'ouest dans la direction des montagnes de la Lozère.

» A sa marche si rapide je jugeai, comme en 1821, que c'était un aérolithe.

» Tous les objets étaient vivement éclairés.

» Je me rendis de suite à l'extrémité d'une prairie, où, loin du bruit, je pouvais mieux entendre l'explosion: après environ six minutes un roulement semblable à celui d'un tonnerre lointain, retentit dans la direction de Villefort, à droite de la montagne de Bares, au delà de laquelle le globe de feu avait disparu.

» Je ferai observer que le bruit produit par l'explosion de l'aérolithe de 1821 était aussi semblable au roulement du tonnerre, et qu'il fut répété par l'écho produit par les montagnes du Coiron.

» Comme il était nuit, je n'ai pu observer la vapeur qui se forme sans doute à l'endroit où se produit l'explosion; dans l'aérolithe de 1821, un long ruban d'environ 6 pouces de largeur apparente, se dessina à quelques degrés au nord du zénith, où j'avais commencé à apercevoir l'aérolithe qui resta plus d'un quart d'heure à s'évanouir.

» Comme en 1821, le vent du nord-est soufflait, et quelques nuages rares traversaient l'horizon. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore lumineux observé le 3 juin à Mende (Lozère).* — Extrait d'une Lettre M. P. DE MONDESIR, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, à M. *Arago*.

« Je m'empresse de vous adresser quelques renseignements sur un phé-

nomène dont vient d'être témoin la ville de Mende (département de la Lozère).

» Hier soir, 3 juin, à neuf heures moins quelques minutes, un coup de vent violent et instantané passa sur la ville venant du nord-est. Une minute après environ, nous aperçûmes à peu près à notre zénith, un *bolide* ou globe de feu extrêmement brillant, qui traversait l'espace avec rapidité, suivant la direction du nord-est au sud-ouest. Ce météore n'atteignit pas l'horizon; nous l'avons vu se dissiper dans les airs et se résoudre en plusieurs petits globes lumineux qui s'éteignirent successivement. Cette disparition du météore a eu lieu, par rapport à la ville de Mende, sur une ligne inclinée d'environ 30° sur l'horizon. Son diamètre apparent était au moins aussi considérable que celui du Soleil; sa forme était un peu allongée, et il paraissait précédé dans sa marche d'une espèce de queue.

» La lumière qu'il projeta dans la ville en passant au-dessus de nos têtes était si vive, que nous aurions pu nous croire en plein jour pendant environ dix secondes.

» Environ *deux minutes* après l'extinction du météore, un bruit sourd et lointain s'est fait entendre, répété par les échos des montagnes et analogue au bruit du tonnerre. Le son venait précisément de la direction dans laquelle nous avons vu le météore s'éteindre. Chose remarquable, et que tous les habitants pourraient constater, c'est qu'en ce moment il n'y avait pas le plus petit nuage au ciel.

» Le coup de vent violent et instantané, l'apparition rapide d'un corps lumineux et la détonation lointaine, sont trois effets qui appartiennent sans doute au même phénomène et qui paraissent avoir été produits par la chute d'un puissant aérolithe.

» Dans cette hypothèse, d'après les données rapportées ci-dessus et la vitesse du son, on est porté à conclure que la détonation a eu lieu à une distance d'environ 40 kilom., au moment où le météore s'est séparé en plusieurs parties, et que l'aérolithe a dû tomber à 8 ou 10 lieues de Mende, dans la direction du sud-ouest.

» Si je parviens à recueillir ultérieurement d'autres données sur ce phénomène si remarquable, j'aurai l'honneur de vous les adresser. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore lumineux observé, le 3 juin, à Saint-Beauzire (Haute-Loire).* — Extrait d'une Lettre de M. **Deydier** à M. *Arago*.

« Votre zèle si connu pour tout ce qui peut intéresser la science, me

fait prendre la liberté de vous écrire pour vous faire part d'un phénomène dont j'ai été témoin ici, ainsi que plusieurs autres personnes. C'était vendredi dernier, 3 juin, à 9 heures du soir.

» Toutes les personnes qui étaient hors de leurs maisons furent tout à coup frappées par une grande lumière, qui, au premier abord, faisait l'effet de celle de la lune, lorsque celle-ci est pleine.

» C'était un météore présentant une surface d'une grandeur au moins égale à celle qu'offre la lune à l'œil, lorsqu'elle est dans cette phase.

» Dans la position où je me trouvais alors, il paraissait s'élever presque perpendiculairement de la terre, à environ 50 mètres loin de moi.

» Sa direction était du nord au sud. Arrivé à sa plus grande élévation, tout à coup une lumière éblouissante sort de son centre, et, traversant la partie du diamètre qui se trouvait du côté du nord, va former, sans faire perdre au météore sa forme ronde, une queue d'environ un mètre de longueur.

» C'est dans cet état que le météore parut s'abaisser à terre, à un quart de lieue environ de l'endroit d'où il avait paru s'être formé, répandant, jusqu'à ce qu'il fût entièrement évanoui, une lumière à laquelle on ne peut comparer que celle du soleil en plein midi, sur un espace de cent à cent cinquante pas environ de l'endroit qu'il traversait et de celui où il a disparu. »

M. **Delarue** adresse un tableau des *observations météorologiques* faites à Dijon pendant le mois de mai, et un résumé mensuel des observations faites dans l'année précédente.

M. **Darlu** écrit relativement à un système de *télégraphie nocturne* qu'il a soumis précédemment au jugement de l'Académie.

M. **Jean-Maire** adresse un procès-verbal des expériences faites à Caen sur une *machine à vapeur à mouvement rotatif continu*, inventée et construite par lui.

M. **Courbebaisse**, qui avait adressé précédemment un Mémoire sur un *nouveau procédé d'application de la vapeur à la navigation*, annonce qu'il transmettra prochainement le résultat d'expériences entreprises dans le but de constater l'efficacité de ces procédés, et demande que la Commission à

l'examen de laquelle a été renvoyé son travail, n'en fasse l'objet d'un Rapport qu'après avoir reçu ces nouveaux documents.

M. DE LA ROQUETTE, ancien consul de France en Norvège, annonce qu'un *observatoire* va être construit à *Drontheim*, et que la Société des Sciences de cette ville a pris les dispositions nécessaires pour qu'on y fasse un ensemble d'observations météorologiques et magnétiques. Sous les auspices de la même Société vont être publiées prochainement une Géologie, une Flore et une Faune de la Norvège.

M. BONAFOUS écrit qu'à l'occasion des fêtes du mariage du prince héréditaire de Savoie, M. *Comaschi* a fait à Turin une *ascension aérostatique*, dans laquelle, s'il n'y a pas eu quelque erreur dans l'observation du baromètre, M. Comaschi se serait élevé à 9474 mètres au-dessus du niveau de la mer; la différence de température observée entre les stations inférieure et supérieure, semblerait indiquer une moindre hauteur.

M. EVRAT, directeur du matériel de l'administration de la guerre, écrit relativement à un Rapport qu'il suppose avoir été fait récemment à l'Académie sur un nouveau système de *ventilation* proposé par M. *Leblanc*, pour l'assainissement des casernes, prisons, écuries, etc.

Le travail de M. *Leblanc* n'a pas encore été l'objet d'un Rapport, et est relatif, d'ailleurs, non pas au moyen de renouveler l'air dans les lieux habités, mais à celui de constater l'altération que cet air subit par suite de la respiration de l'homme et des animaux, de la combustion, etc.

M. DUMAS annonce que le Mémoire de M. *Leblanc*, où se trouvent réellement des indications qui peuvent être utiles à l'administration, sera imprimé prochainement, et que l'auteur s'empressera sans doute d'en adresser un exemplaire à M. le directeur du matériel de l'administration de la guerre.

L'Académie a reçu les observations de diverse nature que M. ROCHET-D'HÉRICOURT a faites dans son voyage de Paris à la mer Rouge.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau système de compensation dans les horloges.* — Extrait d'une Lettre de M. OLTRAMARE à M. *Arago*.

« L'emploi du balancier compensé entraîne, dit M. Oltramare, plusieurs

inconvénients dont les principaux sont de n'être pas toujours d'équilibre aux diverses températures auxquelles il est exposé, d'être déformé par la force centrifuge, de déplacer l'air ambiant par ses masses. De là l'invention du régulateur à tourbillon, et des divers échappements à remontoir ou impulsion constante, moyens très-compliqués, et qui ne sont pas eux-mêmes exempts d'inconvénients. C'est pour y remédier que dans le chronomètre que j'ai exécuté, j'ai employé un balancier d'une seule pièce, et appliqué la compensation au ressort régleur sans changer sa forme ni sa longueur; par conséquent sans altérer sa propriété de rendre isochrônes les oscillations du balancier d'étendues différentes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les phénomènes crépusculaires; par* M A. **Bravais**, professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Lyon. (Extrait par l'auteur.)

« Dans le but de comparer certains phénomènes météorologiques des contrées boréales avec ceux qu'on avait observés sur de hautes montagnes, nous avons séjourné, M. Martins et moi, du 17 juillet au 5 août 1841, sur le sommet du Faulhorn, qui s'élève à 2683 mètres au-dessus de la mer. L'étude des phénomènes crépusculaires nous a occupés dans les rares soirées où nous pûmes les étudier. Ces observations, réunies à celles d'autres météorologistes et soumises au calcul, m'ont conduit aux résultats suivants :

» La coloration en rose de l'atmosphère commence avant le coucher astronomique apparent du soleil, lorsque le centre de cet astre est environ à 1° de hauteur au-dessus de l'horizon. L'arc qui limite cette lueur rouge (*arc anti-crépusculaire* de Mairan) se lève à l'horizon au moment du coucher apparent, passe au zénith, dans nos climats, 25 à 30 minutes après, et emploie le même temps pour atteindre l'horizon occidental.

» La coloration rose peut se prolonger accidentellement au-delà de l'heure du coucher de cet arc; cette seconde coloration est alors une réverbération de la première.

» Le pouvoir de réfléchir vers l'observateur les rayons rouges qui teignent l'atmosphère au coucher du soleil, n'appartient qu'aux couches inférieures de l'atmosphère, jusqu'à une hauteur verticale d'environ 10,000 mètres. Cette limite est plus basse vers les cercles polaires, et probablement plus élevée vers l'équateur; elle mesure la hauteur du segment *anti-crépusculaire*; l'angle de ce segment est émoussé par l'effet de la forte absorption

qu'exercent sur les rayons solaires les couches atmosphériques les plus basses. Cette réflexion des rayons rouges provient de la vapeur d'eau qui se trouve mélangée avec l'air, probablement sous forme de globules aqueux ou d'aiguilles de glace flottants çà et là, et non coordonnés en nuages.

» En ce qui concerne le crépuscule astronomique ordinaire, je trouve que la courbe qui limite la région atmosphérique directement éclairée par le soleil, et la sépare du premier crépuscule, est plus distincte sur les montagnes que dans la plaine : on peut même, pendant les nuits sereines des hautes montagnes, suivre les phases de rotation de la deuxième courbe crépusculaire, de celle qui sépare le premier crépuscule du second. Les hauteurs de l'atmosphère conclues de l'observation de ces deux ordres de phénomènes sont sensiblement égales entre elles. »

M. **Legris** adresse le modèle d'une *pépite* d'or, ou plutôt d'un lingot du poids de $871^{gr},125$, trouvé en 1839 dans un champ de blé, dans la commune de Reterre (Creuse).

M. **Gaubert** écrit de nouveau relativement à l'appareil typographique dont l'invention fait, entre lui et M. *Mazure*, le sujet d'une discussion.

M. **Archigènes**, médecin attaché à l'ambassade ottomane, demande, au nom d'*Emin-Pacha*, directeur de l'École militaire de Constantinople, si la science a quelque explication à donner du calme qu'on dit régner constamment dans l'atmosphère au moment qui précède un tremblement de terre.

M. **l'Hermite** demande à reprendre un Mémoire qu'il avait précédemment adressé, et sur lequel il n'a pas encore été fait de rapport.

M. l'Hermite est autorisé à reprendre son Mémoire au secrétariat.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés par MM. **Caznaud**, **Faure** et **Noseda**.

La séance est levée à cinq heures. A.

ERRATA. (Séance du 6 juin.)

Page 864, lignes 3 et 4, *au lieu de* la moins sible, *lisez* la moins élevée possible.
Au tableau, page 869, analyses XV et XVI, 4e colonne, *supprimez* 5000$^{m. cub.}$,0.

Id., colonne 5, *au lieu de* écurie fermée à l'École militaire, chev. légers, 9
lisez chevaux. 9

Id., *au lieu de* air asphyxiable par la combustion du charbon. — Acide carbonique 3,1, *lisez* 31,0.

Id, colonne 3, *au lieu de* oxygène sur 10000, *lisez* oxygène sur 1000.

Id, colonne 6, atmosphères artificielles, *au lieu de* hydrogène carboné, *lisez* hydrogène carboné sur 1000.

Page 878, ligne 21, M. de Haldat, à Namur, *lisez* à Nancy.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 23.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1841; 1 vol. in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; 3me série, tome IV; avril 1842; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VIII, nos 16 et 17; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; avril 1842; in-8°.

Matériaux pour servir à l'hypsométrie des Alpes apennines; par M. CH. MARTINS; in-4°.

Annales des Sciences géologiques; avril 1842; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux Écoles Polytechnique et Normale; par MM. TERQUEM *et* GERONO; mai 1842; in-8°.

Marine à vapeur; par M. LÉON DU PARC; 1 feuille in-8°.

Rapport adressé à l'Académie des Sciences sur un problème de Météorologie; par M. RULLAND DE SAINT-JEAN-D'ANGELY; demi-feuille in-4°, avec un tableau d'une feuille.

Année agrico-météorologique de 1841; *par* le même; 1 $\frac{1}{2}$ feuille in-4°.

Chemins de fer... Rapport de la Commission des procédés nouveaux pour les chemins de fer, présidée par M. TEICHMANN, *sur les courbes à petit rayon (système Laignel), courbe établie près de Malines;* in-4°.

The journal... *Journal de la Société royale de Géographie;* vol. II, partie 2e; in-8°.

Kritische... *Exposition de l'état actuel de la Lithotritie; par* M. V. SVANCHICH; Vienne, 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 449; in-4°.

Uber das... *Sur l'Albumine des végétaux; par* MM. SCHLEIDEN *et* VOGEL; (Extrait des *Actes de l'Académie Léopoldine des curieux de la nature.*)

Beitrage... *Essai sur l'Anatomie des Cactes; par* M. SCHLEIDEN, avec 10 planches coloriées; in-4°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Saint-Pétersbourg.*)

Sulle... *Sur les fonctions de la Rate; par* M. C. MAGGIORANI; Rome, 1842; in-8°.

Il Filocamo... *Journal médico-scientifique et d'éducation;* n° 5 à 7, in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 24.

Gazette des Hôpitaux; n° 68 à 70.

L'Expérience; n° 258.

L'Examinateur médical; n° 24.

L'Écho du Monde savant; n°s 736 et 737.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons du chlore avec les bases; par* M. GAY-LUSSAC.

« La plupart des chimistes avaient adopté l'opinion de Berthollet, que le chlore, en arrivant dans une dissolution alcaline, se combine directement avec la base et forme un chlorure d'oxyde qui se maintient jusqu'au moment où l'insolubilité, rendue active par la saturation de la base et une concentration suffisante de la dissolution, détermine son partage en chlorure métallique et en chlorate.

» M. Berzélius a le premier ébranlé cette opinion, en faisant voir qu'une dissolution de carbonate de potasse, saturée de chlorure de potassium, dans laquelle on dirige un courant de chlore, laisse bientôt déposer, sans aucune apparence d'oxygène, du chlorure de potassium qu'il suppose nouvellement formé. Ce résultat semblerait prouver en effet qu'en même temps qu'il se précipite du chlorure de potassium, il a dû se former un com-

posé oxygéné qui reste en dissolution. Cependant on peut se demander si la précipitation de chlorure de potassium ne doit pas être attribuée plutôt à une perturbation de solubilité, survenue dans la dissolution par l'admission du chlore, qu'à la formation d'une nouvelle quantité de ce sel. Au moins est-il certain que l'expérience de M. Berzélius, tout intéressante qu'elle soit, n'est pas assez nette pour démontrer que le chlore reçu dans une dissolution de potasse y forme non une combinaison directe avec cette base, mais bien, simultanément, du chlorure de potassium et un sel de potasse différent du chlorate, puisqu'il possède un pouvoir décolorant très-énergique.

» On doit à M. Soubeiran deux expériences qui fortifient et rendent même très-probable la théorie de M. Berzélius (1). Cet habile chimiste a décomposé une dissolution de chlorure de chaux par du carbonate d'ammoniaque, et il a obtenu un liquide décolorant qui, s'il n'est pas trop concentré, se maintient sans décomposition sensible à une température ordinaire. Or, une dissolution de chlore et d'ammoniaque se décomposant instantanément dans les mêmes circonstances, il doit paraître assez probable que dans le prétendu chlorure d'ammoniaque, et conséquemment dans le chlorure de chaux avec lequel on l'a produit, le chlore n'est combiné ni avec la chaux ni avec l'ammoniaque, et qu'il doit y exister à l'état d'un acide particulier, d'un véritable chloracide (2).

» L'autre expérience de M. Soubeiran est bien plus décisive. En évaporant une dissolution de chlorure de soude dans le vide, à une basse température, il a obtenu des cristaux de sel marin et un résidu qui, ramené en l'étendant d'eau au volume primitif de la dissolution, en avait conservé sensiblement la force décolorante. Conséquemment, il faut que ce résidu décolorant renferme tout l'oxygène de la portion de soude qui a été convertie en sel marin; et cet oxygène, d'après toutes les analogies, doit être combiné avec le chlore et non avec la soude.

» Il était donc devenu très-probable qu'au moment où le chlore se réunit à une oxybase, il se forme un composé oxygéné de chlore. Mais quelle en était la nature? Car ni l'expérience de M. Berzélius ni celles de M. Soubeiran n'apprennent rien à cet égard.

---

(1) *Annales de Chim. et de Phys.*, vol. XLVIII, page 113.

(2) On pourrait remarquer avec raison que, quoique l'ammoniaque soit décomposée au contact immédiat du chlore, il ne s'ensuit pas qu'elle doive l'être dans l'expérience de M. Soubeiran. Les circonstances ne sont plus réellement les mêmes.

» M. Berzélius était disposé à admettre que cette combinaison oxygénée du chlore était celle découverte par le comte Stadion, à laquelle les expériences de H. Davy et les miennes avaient donné pour formule ClO^4. Mais l'illustre chimiste, préoccupé de la pensée que la série d'oxygénation du chlore devait être 1, 3, 5, 7, s'est créé des doutes sur cette formule et a adopté instinctivement ClO^3. M. Soubeiran, cédant à une opinion aussi puissante, a également admis la même formule.

» Quoi qu'il en soit, que le composé de chlore et d'oxygène découvert par le comte Station fût bien ClO^3 au lieu de ClO^4, il n'en restait pas moins toujours à démontrer son existence dans les chlorures d'oxyde, et même sa composition désormais mise en doute par des analogies théoriques.

» Tel était l'état de la question, lorsque M. Balard a fait connaître ses belles *Recherches sur la nature des combinaisons décolorantes du chlore* (*Annales de Chimie et de Physique,* t. LVII, p. 225). Cet habile chimiste, en traitant par le chlore l'oxyde rouge de mercure délayé dans l'eau, a obtenu un acide particulier, formé d'équivalents égaux de chlore et d'oxygène, auquel il a donné le nom d'*acide hypochloreux,* par suite de l'analogie qu'il a cru lui reconnaître avec l'acide hyposulfureux. Le chlore est absorbé par l'oxyde de mercure avec une grande rapidité. Il se forme, suivant M. Balard, de l'hypochlorite et l'oxychlorure de mercure, et, en chauffant, l'acide hypochloreux abandonne l'oxyde de mercure et se volatilise avec l'eau. Mais M. Balard est parvenu à l'en séparer et à le recueillir sous la forme gazeuse, au moyen du nitrate de chaux desséché qui s'empare de l'eau.

» Ce composé remarquable a la même couleur que le chlore, seulement un peu plus foncée. Son odeur, quoique rappelant celle du chlore affaibli, est tout à fait particulière. Il est peu stable, se décompose en quelques minutes à la lumière solaire sans détonation. L'eau en dissout au moins cent fois son volume; la dissolution est incolore et éminemment décolorante. Il dégage avec effervescence l'acide carbonique des carbonates, déplace même l'acide acétique, et forme, avec les alcalis, des composés décolorants qui ont tous les caractères de ceux obtenus avec le chlore. Son action sur les corps est des plus énergiques, et, tant par sa facile décomposition que par l'affinité propre à chacun de ses éléments, le chlore et l'oxygène, il l'emporte sur l'acide nitrique même par l'énergie de son action. C'est ainsi qu'il acidifie le brome et l'iode, qu'il convertit immédiatement le sélénium en acide sélénique. Enfin M. Balard a reconnu qu'il était formé de 2 volumes de chlore et 1 d'oxygène, et que, de même que pour

l'eau, la condensation était un tiers du volume total de ses deux éléments.

» Ces propriétés de l'acide hypochloreux ne peuvent laisser le moindre doute sur sa nature, comme nouveau composé particulier; mais sont-elles assez probantes, d'après les circonstances de sa formation, pour décider nettement que c'est cet acide qui se forme au moment de la combinaison du chlore avec les bases ?

» M. Berzélius, qui a publié plusieurs volumes de la nouvelle édition de ses *Éléments de Chimie* postérieurement aux recherches de M. Balard, en parle en effet simplement, sous forme d'addition, dans le cinquième volume de la traduction allemande, page 440, sans les discuter ni en tirer aucune conséquence, attendant sans doute de nouvelles lumières avant de se prononcer.

» M. Martens, professeur de chimie à Bruxelles, auquel on doit une dissertation intéressante sur les combinaisons du chlore avec les bases (*Annales de Chimie et de Physique*, tome LXI, page 263), après avoir discuté les expériences de M. Balard, n'en persiste pas moins à penser que les chlorures décolorants sont des combinaisons directes du chlore avec les bases, et non des hypochlorites.

» Enfin, récemment, M. Milon (*Journal de Pharmacie*, tome XXV, page 595), tout en admettant les chlorures d'oxyde, a prétendu que le chlore qui se combine avec les bases monoxydées était complémentaire de tout l'oxygène qu'elles pouvaient prendre pour se suroxyder; qu'ainsi la potasse, dont le peroxyde contient 3 équivalents d'oxygène, devait prendre et prenait en effet 2 équivalents de chlore, tandis que la soude n'en prend qu'un; son peroxyde, d'après les expériences récentes qu'il avait faites, ne contenant que 2 équivalents d'oxygène.

» Cette théorie de M. Milon n'est que l'application aux combinaisons du chlore du principe général que les corps de propriétés très-rapprochées, comme le chlore et l'oxygène, peuvent former des composés analogues dans les mêmes proportions, et se remplacer mutuellement en totalité ou en partie; mais elle ne se réalise point ici, et aucun fait ne vient lui prêter son appui. Il serait donc sans intérêt de s'y arrêter plus longtemps, et je dois m'empresser d'arriver aux observations qui me sont particulières. Je dois le dire, pour les justifier, M. Balard n'a laissé qu'à glaner, et je devrai m'estimer heureux si, dans la tâche que je me suis imposée, je parviens à dissiper les dernières incertitudes qui sont restées dans l'esprit de quelques chimistes sur la véritable nature des composés décolorants que forme le chlore en s'unissant aux bases.

» Le chlore, ainsi que je l'ai déjà rappelé, agit sur l'oxyde de mercure (1) délayé dans l'eau avec une étonnante rapidité. En employant des proportions convenables, il ne se forme que du chloride de mercure et de l'acide hypochloreux de M. Balard, qui restent l'un et l'autre en dissolution dans l'eau. Avec un excès d'oxyde on obtiendrait aussi de l'oxychlorure de mercure; mais le chlore l'attaquerait ensuite comme l'oxyde, et les mêmes résultats seraient obtenus.

» L'analyse de cette expérience peut se faire d'une manière aussi simple que satisfaisante. On prend une dissolution aqueuse de chlore, d'un titre connu, et l'on y verse par petites parties de l'oxyde de mercure très-divisé, délayé dans l'eau (2). Une légère agitation fait disparaître l'oxyde; rien ne se dégage, et la liqueur devient parfaitement transparente. Aussitôt qu'elle reste légèrement trouble et jaunâtre par un petit excès d'oxyde qui reste en suspension, on la laisse s'éclaircir par le repos. Essayée alors au chloromètre, on lui trouve exactement le même titre qu'à la dissolution de chlore, en tenant compte de la petite augmentation de volume que lui a fait éprouver l'addition de l'oxyde de mercure.

» Un volume donné de cette même liqueur mercurielle, distillé aux cinq sixièmes environ, donne un produit qui, ramené au volume primitif en l'étendant d'eau, a précisément le titre de la liqueur avant la distillation.

» Enfin, pendant la distillation, la liqueur mercurielle ne laisse point déposer d'oxyde de mercure, et le résidu est du chloride de mercure très-pur cristallisable en belles aiguilles.

» De ces faits il résulte : premièrement, que l'acide hypochloreux, provenant de l'action du chlore sur l'oxyde de mercure, reste entièrement libre dans la liqueur, sans contracter d'union avec cet oxyde; car, si elle avait eu lieu, la distillation, en détruisant la combinaison, aurait nécessairement déterminé une précipitation d'oxyde de mercure.

» Secondement, que, puisqu'il s'est formé du chloride de mercure, sans qu'il se soit dégagé d'oxygène, il faut nécessairement que la liqueur chlorée ait acquis l'oxygène équivalent au chloride formé.

» Troisièmement, que, puisque le pouvoir décolorant n'a pas éprouvé

---

(1) Au lieu d'oxyde de mercure, on peut employer les résidus de sulfate de mercure qu'on obtient si fréquemment dans les laboratoires.

(2) L'oxyde provenant de la décomposition du chloride de mercure par la potasse remplit très-bien cette condition.

d'altération, malgré la soustraction de chlore, il faut que la perte de titre qui devrait résulter de cette soustraction soit exactement compensée par le pouvoir décolorant de l'oxygène acquis.

» Quatrièmement enfin, que, puisque l'acide hypochloreux est libre, dans la liqueur, de toute combinaison, il doit renfermer le chlore employé, diminué de celui du chloride de mercure, et l'oxygène, abandonné par le métal entré dans ce dernier composé. L'analyse de l'acide hypochloreux se réduit donc à connaître le chlore avant la saturation par l'oxyde de mercure; à décomposer par un alcali, la potasse par exemple, le chloride de mercure formé, et à recueillir exactement l'oxyde précipité. Cet oxyde donnera à la fois et le chlore soustrait et l'oxygène qui le remplace. Voici les données d'une expérience:

Dissolution de chlore	$265^{c.c.}$
Titre de cette dissolution	$219^{\circ},5$ (1).

» Elle contient conséquemment

$$265^{c.c.} \times \frac{219^{\circ},5}{100} = 581^{c.c.},7 \text{ de chlore.}$$

Oxyde de mercure recueilli	$2^{gr},855$
dont l'oxygène en volume est égal à	$146^{c.c.}$
et représente un volume de chlore	$292^{c.c.}$

» Ainsi, il a été employé $581^{c.c.},7$ de chlore; on en retrouve, par l'oxygène de l'oxyde de mercure, $292^{c.c.}$, ou, très-sensiblement, la moitié; l'autre moitié du chlore s'est combinée avec $146^{c.c.}$ d'oxygène, qui sont, à très-peu près, son équivalent. Il est donc clair que, dans l'action du chlore sur l'oxyde de mercure, le chlore se partage en deux parties égales, dont l'une se combine avec le mercure de l'oxyde, et l'autre avec son oxygène, pour former l'acide hypochloreux, qui se trouve par là contenir des équivalents égaux de chacun de ses éléments. M. Balard lui assigne pour formule $Cl^2 O^2$; mais nous prouverons qu'elle doit être modifiée.

» M. Balard est parvenu à se procurer l'acide hypochloreux sous forme gazeuse, en en mettant une dissolution concentrée avec du nitrate de

---

(1) Une dissolution à 100° contient exactement une fois son volume de chlore à 0°, et sous la pression de $0^{m},760$; à $219^{\circ},5$, elle en contient $2^{fois},195$ autant.

chaux très-sec sur le mercure; mais ce procédé, que j'ai répété plusieurs fois, ne m'a jamais réussi que très-imparfaitement; et, si j'en juge par la couleur jaune, plus foncée que celle du chlore, que M. Balard donne pour caractère à l'acide hypochloreux gazeux, tandis que l'acide que je prépare par un procédé différent est toujours incolore, il ne doit lui-même l'avoir obtenu que très-impur.

» Ce procédé, d'une très-facile exécution, consiste à mettre en contact du chlore et de l'oxyde de mercure bien desséchés. On remplit de chlore un flacon à l'émeri de 100 à 150$^{c.c.}$ de capacité, dont le bouchon est légèrement suiffé dans le tiers supérieur environ de son pourtour. Cette disposition a pour objet de fermer hermétiquement le flacon, sans que le chlore ou l'acide hypochloreux puisse arriver au suif et l'attaquer.

» Le flacon de chlore préparé, on prend un tube de verre fermé d'un bout et pouvant entrer dans le flacon, puis on l'emplit aux deux tiers environ d'oxyde de mercure, et le tiers restant de sable fin desséché. On introduit alors le tube dans le flacon, le bout fermé en bas, et, après avoir posé le bouchon, on fait tomber, avec quelques secousses, le sable et l'oxyde de mercure. En quelques secondes d'agitation, la couleur du chlore s'évanouit, et l'opération est terminée. En ouvrant le flacon sous le mercure, il s'en emplit environ à moitié; avec l'eau, l'absorption est très-rapide et presque complète.

» J'ai tenté plusieurs essais pour constater la contraction de volume des éléments de l'acide hypochloreux; mais ayant rencontré quelques difficultés dues à l'action subséquente de l'excès d'oxyde de mercure sur l'acide, action qui en détermine successivement la décomposition avec production d'oxygène, j'ai cru inutile de m'arrêter à vaincre ces difficultés, en considérant surtout que M. Balard avait obtenu une contraction semblable à celle qui a lieu pour les éléments de l'eau, et que mes résultats marchaient dans le même sens.

» M. Balard, comme je l'ai déjà rappelé, attribue à l'acide hypochloreux gazeux une couleur d'un jaune plus intense que celle du chlore. Quant à moi, je l'ai toujours vu tout à fait incolore, même dans des dissolutions aqueuses ou alcalines qui contenaient plus de vingt fois leur volume.

» Le caractère dominant de cet acide est d'être très-peu stable; gazeux, il fait quelquefois explosion, à une température ordinaire; en dissolution dans l'eau, il a plus de stabilité; néanmoins il s'y décompose peu à peu spontanément. La lumière solaire accélère singulièrement sa décomposition, surtout quand il est concentré; il se résout en chlore, oxygène

et acide chlorique; la dissolution contient aussi un peu d'acide hydrochlorique, mais il est sûrement produit par l'action subséquente du chlore sur l'eau.

» L'acide hypochloreux est très-soluble dans l'eau. Sans en avoir fait exactement l'expérience, je pense, avec M. Balard, qu'elle peut en dissoudre plus de cent fois son volume.

» Un volume donné de gaz hypochloreux contenant un égal volume de chlore et un demi-volume d'oxygène, et ces deux corps ayant exactement dans l'acide le même pouvoir décolorant, il en résulte que le titre d'une dissolution d'acide hypochloreux doit être attribué pour une moitié au chlore et pour l'autre à l'oxygène. Ainsi une dissolution ayant un titre de 1100°, il en appartiendrait 550° au chlore et 550° à l'oxygène; elle contiendrait cinq fois et demie son volume d'acide hypochloreux, ou cinq fois et demie son volume de chlore, et 2 $\frac{3}{4}$ d'oxygène. Si l'on maintient à la température du bain-marie bouillant une dissolution d'acide hypochloreux, elle se décompose comme à la lumière; il se produit de l'acide chlorique et un mélange de chlore et d'oxygène, dans lequel le chlore est dominant. Dans un essai, pendant le cours d'une expérience, j'ai trouvé le volume du chlore cinq fois plus grand que celui de l'oxygène. La décomposition de l'acide hypochloreux est assez rapide quand son titre dépasse 900 à 1000°; au-dessous elle est de plus en plus lente. Cela permet de distiller l'acide hypochloreux au titre de 7 à 800° sans perte notable, en ne conduisant pas trop lentement l'opération. Un exemple sera utile pour en faire connaître la marche. On a pris un volume connu de dissolution au titre de 909°, et l'on a reçu le produit de la distillation en dix portions à peu près égales :

1re portion; elle avait pour titre	2500° (1)
2e	1925°
3e	1470°
4e	943°
5e	624°
6e	400°
7e	222°
8e	106°
9e	30°
10e restée dans la cornue	0°
	8220°

(1) En distillant des dissolutions d'acide hypochloreux plus concentrées, les premières portions qui passent à la distillation titrent jusqu'à 5000°.

Ce nombre 8220°, divisé par 10, donne un titre de 822° seulement, au lieu de 909° qu'avait la dissolution employée; mais cette différence s'explique par la décomposition d'une partie de l'acide pendant la distillation. On ne doit être surpris que d'une chose, c'est de voir une dissolution d'acide hypochloreux se décomposer en partie par la distillation, et cependant donner des produits beaucoup plus concentrés que la dissolution elle-même, quoique dans des conditions plus favorables en apparence de décomposition. Pourquoi cette différence?

» Il paraît difficile de répondre à cette question sans attribuer aux parois des vases une très-grande influence sur la décomposition de l'acide hypochloreux. En l'admettant, l'effet est complexe, et voici comment on peut le concevoir.

» Premièrement, le phénomène n'a lieu que pour les composés instables, tout près du terme de leur décomposition;

» Secondement, une masse liquide conçue libre dans l'espace, sans toucher des parois solides, se décomposerait plus tard, toutes circonstances d'ailleurs égales, que si elle en avait réellement le contact. C'est une assertion qui n'est que l'expression d'une expérience journalière et qu'il faut admettre.

» Maintenant, supposons la dissolution d'acide hypochloreux contenue dans un matras de verre et tout près de son point d'ébullition; elle se décomposera sur quelques points de la surface du verre avec dégagement de petites bulles de chlore et d'oxygène, sans qu'il puisse y avoir distillation, et l'acide hypochloreux finira, avec le temps, par éprouver une décomposition complète. L'effet, d'après la cause qui le produit, doit être nécessairement lent et successif.

» Si la dissolution est, au contraire, portée à l'ébullition, le premier effet de la chaleur sera toujours une décomposition de l'acide hypochloreux au contact de quelques points du verre, avec production de petites bulles gazeuses de chlore et d'oxygène; mais alors commencera un autre effet, ces petites bulles grossiront successivement de volume par les vapeurs d'eau et d'acide qui se réuniront à elles, et l'opération sera transformée en une véritable distillation, qui continuera de la même manière. Ainsi l'on concevra, d'une part, pourquoi la décomposition de l'acide hypochloreux est si lentement successive, au lieu d'être rapide comme elle devrait l'être nécessairement, si elle avait lieu dans chaque point de la dissolution; et, de l'autre part, pourquoi la distillation décompose une partie de l'acide, et en concentre une autre fortement.

» Le phénomène dont je viens de présenter l'explication se manifeste dans beaucoup d'autres circonstances, mais je me borne à remarquer qu'il n'est pas sans quelque analogie avec ceux qu'a observés mon savant ami, M. Thenard, sur l'eau oxygénée.

» Si l'on soumet à la distillation des dissolutions plus concentrées que celle qui vient de faire l'objet de nos observations, dont le titre soit, par exemple, de 12 à 1500°, la décomposition de l'acide sera considérable. Au contraire, avec des dissolutions de 6 à 700°, la perte sera très-faible.

» Il arrive quelquefois d'avoir en dissolution dans le même liquide, du chlore et de l'acide hypochloreux. On les séparera l'un de l'autre avec une précision suffisante, en tenant quelque temps le liquide au bain-marie; le chlore seul se dégagera. Si la dissolution était trop concentrée, on aurait soin de la ramener en l'étendant d'eau à 6 ou 700°.

» L'instabilité de l'acide hypochloreux et l'énergie de ses deux éléments expliquent suffisamment l'action puissante qu'il exerce sur les autres corps. Tantôt elle est déterminée par l'affinité seule du chlore, tantôt par celle de l'oxygène, mais le plus ordinairement par le concours de toutes deux. M. Balard en ayant traité savamment dans son Mémoire, je ne dois pas m'en occuper ici; mais je porterai l'attention sur la constitution de l'acide hypochloreux.

» M. Balard a reconnu, et mes expériences le confirment, que cet acide, pour un volume de chlore, contenait un demi-volume d'oxygène; voici comment il en établit la formule.

» En appelant R le radical métallique se combinant avec un équivalent O d'oxygène, et Cl^2 deux atomes ou un équivalent de chlore, on a les formules suivantes:

$$(R + O + 2\,Cl)\,2 = R\,Cl^2 + \dot{Cl}^2\,\dot{R},$$
$$(R + O + 2\,Cl)\,3 = 2R\,Cl^2 + \ddot{Cl}^2\,\dot{R},$$
$$(R + O + 2\,Cl)\,4 = 3R\,Cl^2 + \dddot{Cl}^2\,\dot{R},$$
$$(R + O + 2\,Cl)\,5 = 4R\,Cl^2 + \ddddot{Cl}^2\,\dot{R}.$$

« De ces différentes formules, dit M. Balard, la troisième a été préférée par » les chimistes, et l'acide chloreux (son acide hypochloreux) a été assi- » milé par sa composition, à l'acide nitreux et à l'acide phosphoreux. Mais » pourquoi ne pas admettre la seconde, certainement la plus simple, et » dans laquelle l'acide chloreux se trouve l'équivalent de l'acide hyposul- » fureux? Abstraction faite de toute preuve expérimentale, cette supposi-

» tion était bien plus naturelle que l'autre; car les circonstances au milieu » desquelles se forme l'acide chloreux ne ressemblent point du tout à celles » où l'on obtient les acides phosphoreux, nitreux, etc., tandis qu'elles sont » identiquement les mêmes que celles dans lesquelles il se produit de l'a- » cide hyposulfureux. On sait, en effet, que c'est en traitant les oxydes » alcalins par le soufre, avec le concours de l'eau, que l'on obtient des mé- » langes de 1 atome d'hyposulfite et de 1 atome de polysulfure. Si dans cette » réaction nous substituons le chlore au soufre, nous aurons 1 atome de » chlorite et 2 atomes de chlorure. La seule différence qui existera dans » les deux cas, c'est que le nombre qui exprime l'équivalent chimique du » chlore étant double de celui qui représente son atome, tandis que dans » le soufre ces deux nombres sont égaux, on aura pour formule de l'acide » chloreux $\dot{Cl}^2$, tandis que celle de l'acide hyposulfureux sera $\dot{S}$. . . .

. . . .

» Quelle dénomination doit-on maintenant assigner à ce composé? Il est » évident que celle d'acide chloreux ne peut guère lui être conservée, et » qu'il est bien plus convenable de l'appeler acide *hypochloreux*, nom qui » rappelle son analogie de constitution avec les acides hyposulfureux, » hypophosphoreux, etc., formés, comme lui, de 1 équivalent de leur ra- » dical et de 1 équivalent d'oxygène. Ses combinaisons seraient appelées » *hypochlorites.* »

» Il résulte donc des propres expressions de M. Balard que l'acide hypochloreux est composé comme l'acide hyposulfureux, qu'il a avec lui une analogie de constitution, qu'il se produit dans des circonstances identiquement les mêmes, et qu'il doit être représenté par une formule semblable.

» Cependant, si l'on examine attentivement cette assimilation que suppose M. Balard, on ne tarde pas à reconnaître qu'elle ne repose que sur des considérations purement théoriques, qu'aucune expérience directe ne justifie.

» Je ne crois pas qu'il soit exact de représenter l'acide hyposulfureux par SO. Sa véritable formule, son équivalent, est S^2O^2, qui exprime la quantité d'acide nécessaire pour saturer 1 équivalent de base; et si l'acide hypochloreux lui était analogue, il devrait aussi avoir pour formule Cl^2O^2 (1).

---

(1) Cl représente ici pour moi un équivalent de chlore.

» Or, un hyposulfite, celui de potasse par exemple, composé d'après la formule S^2O^2KO, est parfaitement neutre, et une évaporation ménagée n'altère point son degré de saturation. Mais si l'on prend une quantité connue de potasse KO, colorée en bleu par le tournesol, et qu'on y verse peu à peu de l'acide hypochloreux dont le titre soit également connu, on reconnaît que la couleur bleue ne se maintient que jusqu'au moment où l'on a ajouté à très-peu près les neuf vingtièmes de Cl^2O^2 (1). Cette expérience, sans être absolument décisive, est cependant bien loin de justifier la formule Cl^2O^2 pour l'acide hypochloreux; et au contraire, elle est bien plus favorable à la formule ClO, car on conçoit sans peine que près du terme de la saturation, supposée avoir lieu avec ClO, la décoloration du tournesol commence à se manifester. De plus, une dissolution d'hypochlorite de potasse Cl^2O^2KO, abandonnée dans le vide à une température ordinaire, à côté de deux vases contenant l'un de la potasse pour absorber les vapeurs d'acide chloreux et l'autre de l'acide sulfurique, perd la moitié de son acide et se comporte, non comme un hyposulfite, mais bien comme un sel neutre auquel on aurait ajouté un excès d'acide, et qui, par défaut d'affinité, le laisserait se dégager par simple évaporation spontanée.

» Remarquons enfin que si l'acide hypochloreux avait réellement pour équivalent Cl^2O^2, tant qu'on n'aurait pas employé cette quantité d'acide pour saturer 1 équivalent de potasse KO, chaque portion ajoutée ne devrait produire d'autre effet que de saturer une portion égale de base; l'hypochlorite deviendrait seulement de moins en moins basique, et l'on n'apercevrait d'ailleurs aucune cause de perturbation, car l'hypochlorite neutre ou alcalin est extrêmement soluble. Eh bien, aussitôt que l'on a ajouté à la potasse un peu plus d'acide hypochloreux que la moitié de Cl^2O^2, ou un peu plus que ClO, le trouble est porté dans la dissolution, elle ne tarde pas à baisser de titre, et en même temps commence la transformation de l'hypochlorite en chlorate neutre. Cet effet est surtout remarquable quand, après avoir mis dans la dissolution de potasse la moitié de Cl^2O^2, on y ajoute du chlore au lieu d'une nouvelle quantité d'acide hypochloreux. L'équilibre chimique est bientôt rompu; le titre de l'hypochlorite tombe rapidement; de petites bulles d'oxygène se dégagent, et du chlorate de potasse se forme rapidement.

---

(1) Il est à remarquer que si la potasse était carbonatée, les premières gouttes d'acide hypochloreux détruiraient la couleur du tournesol.

» La cause de la plus grande perturbation produite par le chlore est ici bien évidente. Ajouter en effet de l'acide hypochloreux à de l'hypochlorite neutre de potasse, ce n'est, après tout, que former un sel de plus en plus acide; mais en faisant intervenir le chlore, la base du sel elle-même, la potasse, est décomposée; il se forme, comme nous le prouverons plus loin, du chlorure de potassium et une nouvelle quantité d'acide hypochloreux, qui s'ajoutant à celle abandonnée par la potasse décomposée, tend à rendre l'hypochlorite restant beaucoup plus acide. La perturbation amenée par le chlore est donc beaucoup plus profonde que celle que peut produire l'acide hypochloreux, et cela suffit pour expliquer la différence d'action de ces deux corps sur l'hypochlorite.

» L'action du chlore sur l'hypochlorite de potasse $ClOKO$ me paraît démontrer de la manière la plus satisfaisante que ce sel est bien véritablement neutre; car s'il ne l'était pas, que ce fût le sel Cl^2O^2KO, il est évident qu'une addition de chlore à $ClOKO$, d'un dixième d'équivalent par exemple, ne ferait qu'augmenter la quantité d'hypochlorite et ne pourrait produire la perturbation profonde dont je viens de parler.

» Ainsi, d'après les considérations que je viens d'exposer et qui seront fortifiées de nouvelles ressortant de l'ensemble de ce travail, il est évident pour moi que les combinaisons formées par l'acide hypochloreux et les bases ne peuvent être assimilées aux hyposulfites et aux hypophosphites, et que leur véritable formule, en appelant R le radical métallique, est $ClORO$, et non Cl^2O^2RO. La dénomination *acide hypochloreux* cesse alors d'être exacte, et je propose de la remplacer par celle de *acide chloreux*: ses combinaisons salines seraient des chlorites.

» Pour ne laisser aucun nuage dans cette discussion, je ferai encore remarquer que la formule que M. Balard a adoptée pour son acide hypochloreux ne ressort point, comme il le pense, de la deuxième des quatre formules rapportées plus haut (page 936); car l'acide oxygéné qui découle de cette formule en employant 3 équivalents de base et 3 de chlore, serait nécessairement formé de 1 équivalent de chlore et de 2 d'oxygène.

» Quant à l'analogie de circonstances sur lesquelles s'est appuyé M. Balard pour assimiler son acide hypochloreux aux acides hyposulfureux et hypophosphoreux, je ne vois pas qu'on puisse en tirer d'autre conséquence que celle-ci : qu'il était très-probable que le chlore devait former un chloracide en agissant sur une base alcaline; mais quant à en prévoir la constitution chimique propre, il y a trop de différence entre le chlore,

le soufre et le phosphore, pour que l'analogie soit un guide sûr et ne puisse égarer.

» Avant d'aller plus loin, il ne sera pas sans intérêt d'indiquer le moyen de mesurer l'acide chloreux. On y parvient en mesurant son radical, le chlore; et comme l'acide chloreux est formé d'équivalents égaux de chlore et d'oxygène possédant le même pouvoir décolorant, le titre de l'acide divisé par 2 donnera le titre en chlore.

» Or pour parvenir à connaître le titre du chlore contenu dans une dissolution, on a pris pour unité de force celle qui lui est propre à la température de 0°, et sous la pression de $0^m,760$, sous le volume de 1 litre. Cette force est divisée en 100 parties égales ou degrés. Conséquemment 1° représentera 10 centimètres cubes de chlore, et 100° représenteront $1000^{c.c.}$, ou un litre. Il ne s'agit plus que d'établir la relation de ces degrés aux degrés alcalimétriques.

» D'après la base généralement adoptée depuis Descroizilles, 5 grammes d'acide sulfurique concentré, dissous dans l'eau au volume de 50 centimètres cubes, sont représentés par 100 degrés, et $6^{gr},1364$, équivalent de l'acide, par 122°,728. Chaque degré équivaudra donc en volume à un demi-centimètre cube (1).

» Maintenant, le poids d'un litre de chlore à 0° et à $0^m,760$ de pression pesant $3^{gr},1689$, et l'équivalent du chlore $4^{gr},4265$ valant, comme celui de l'acide sulfurique, 122°,728 degrés alcalimétriques, les $3^{gr},1689$ de chlore en vaudront 87°,8609.

» Donc le centième de $3^{gr},1689$, ou 1° chlorométrique, vaudra 0°,878609 alcalimétrique; c'est d'après cette base qu'a été dressée la table suivante:

---

(1) Les degrés alcalimétriques sont donnés au moyen d'un tube divisé en demi-centimètres cubes, qui est connu sous le nom de burette.

TABLE *donnant les rapports des degrés chlorométriques aux degrés alcalimétriques.*

DEGRÉS chlorométriques dans 1 litre.	DEGRÉS alcalimétriques dans 50c.c.	DEGRÉS alcalimétriques dans 50c.c.	DEGRÉS chlorométriques dans 1 litre de chlore.
ch. 1	al. 0,878609	al. 1	ch. 1,13816
2	1,757218	2	2,27632
3	2,635827	3	3,41448
4	3,514436	4	4,55264
5	4,393045	5	5,69080
6	5,271654	6	6,82896
7	6,150263	7	7,96712
8	7,028872	8	9,10528
9	7,907481	9	10,24344
10	8,786090	10	11,38160

» *Nota.* Nous représenterons dorénavant 1 degré chlorométrique par $1^{ch.}$, et 1 degré alcalimétrique par 1^{al}.

» Supposons, comme exemple, qu'on veuille faire un chlorite neutre de potasse ClO, KO avec $200^{c.c.}$ d'acide chloreux, au titre de $1260^{ch.}$ La potasse est au titre de $100^{al.}$; quel volume faut-il en prendre?

» En portant le volume de l'acide chloreux de $200^{c.c.}$ à $1000^{c.c.}$, son titre doit varier en sens inverse, et l'on a

$$1000^{c.c.} : 200^{c.c.} :: 1260^{ch.} : x^{ch.} = 1260^{ch.} \times \frac{200}{1000} = 252^{ch.}$$

Ces degrés chlorométriques, convertis en degrés alcalimétriques, donnent, d'après la table,

Pour 200^{ch}	$175^{al},7218$
50	$43^{al},9304$
2	$1^{al},7572$
$252^{ch.}$	$221^{al},4094$

» Ainsi, pour faire le chlorite neutre demandé, il faudra ajouter à l'acide chloreux 221$^{al.}$,4094 de potasse. Si au lieu du titre 100$^{al.}$, elle en avait un de 112$^{al.}$, le volume en demi-centimètres cubes qu'il faudrait en prendre devrait être diminué dans le rapport de 100 à 112, et serait conséquemment $\frac{100}{112}$ 221,409 = 197,6 demi-centimètres cubes.

» Il serait également facile de calculer le volume d'acide chloreux, d'un titre donné, qu'il faudrait prendre pour saturer une quantité déterminée de potasse.

» Je ne me suis point attaché à une étude particulière des chlorites; cependant elle ne serait pas sans intérêt.

» L'acide chloreux est un acide très-faible, plus peut-être que l'acide carbonique, quoiqu'ils se déplacent mutuellement. Beaucoup d'oxydes ou ne se combinent pas avec lui, ou ne le saturent que très-imparfaitement, et l'abandonnent en partie par la simple distillation des dissolutions. Les chlorites ont très-peu de stabilité; ils se décomposent même à froid, s'ils ne sont pas tenus à l'abri de la lumière; à la température de l'eau bouillante, la décomposition est assez rapide; ils se transforment en chlorates et en chlorures, et en même temps ils laissent dégager une quantité d'oxygène d'autant plus grande en général qu'ils sont plus basiques. Les oxacides, même l'acide carbonique, en dégagent l'acide chloreux, et l'on peut l'obtenir isolé par la distillation.

» Si le chlorite est mélangé d'un chlorure métallique en quantité suffisante, et qu'on ajoute de l'acide sulfurique en excès, le chlore se manifeste aussitôt avec effervescence. Le métal du chlorure prend l'oxygène de l'acide chloreux pour se dissoudre dans l'acide sulfurique, et le chlore, tant du chlorure que de l'acide, devient libre et se dégage.

» Mais si l'acide sulfurique est ajouté avec ménagement, et tout juste au plus pour ne décomposer que le chlorite, il ne se dégage plus alors du chlore, mais bien de l'acide chloreux. Cette expérience est capitale; nous y reviendrons à l'occasion des chlorures d'oxydes, dont nous allons nous occuper maintenant.

» On a vu que l'oxyde de mercure délayé dans l'eau, en contact avec le chlore, produit du chloride de mercure et de l'acide chloreux qui reste libre de toute combinaison avec l'oxyde métallique. Cela ne doit pas surprendre si l'acide chloreux est un acide très-faible, comme en effet on ne peut en douter. L'oxyde de mercure est lui-même aussi une base très-peu énergique, et l'on sait que de tels corps très-souvent ne sont forcés à la combinaison que par un antagonisme puissant. Ainsi, l'acide carbo-

nique ne se combine ni avec l'oxyde de mercure, ni avec l'alumine, et il contracte au contraire une union très-intime avec les bases alcalines. On concevra donc sans difficulté que les circonstances dans lesquelles le chlore est mis en contact avec les bases alcalines sont les mêmes que lorsqu'il est mis en contact avec l'oxyde de mercure; qu'il doit se former de l'acide chloreux dans l'un et l'autre cas, et qu'il n'y a d'autre différence que celle-ci: que l'acide chloreux formé, au lieu de rester libre en présence des bases alcalines, comme cela a lieu avec l'oxyde de mercure, se combine au contraire très-bien avec elles. L'analogie parle donc ici très-haut; mais la certitude ne peut être acquise que par l'expérience.

» Pour marcher à pas plus sûrs, il sera nécessaire de calculer dans chaque cas particulier les quantités de chlore et de base qui devront être combinées ensemble pour obtenir des degrés déterminés de saturation. Deux exemples suffiront:

» On veut faire un chlorure neutre de potasse, Cl KO, avec $200^{c.c.}$ de potasse au titre de 108°; combien faudra-t-il de chlore?

» Cette quantité de potasse représente $108^\circ \times \frac{200^{c.c.}}{50^{c.c.}} = 432^{al.}$, qu'il faut traduire en degrés chlorométriques.

» D'après la table des rapports des degrés alcalimétriques aux degrés chlorométriques, page 941, on a

Pour 400^{al}..	$455^{ch},264$
30...	34 ,145
2...	2 ,276
$432^{al.}$ =	$491^{ch},685$

» Supposons de l'oxyde de manganèse au titre de 85^{ch}, pour 5 grammes, on dira

$$85^{ch.} : 5^{gr.} :: 491^{ch.},685 : x = 28^{gr.},92.$$

Ainsi il faudra prendre $28^{gr},92$ d'oxyde de manganèse et recevoir dans la dissolution de potasse tout le chlore qu'il pourra donner en le traitant par un excès d'acide muriatique, et l'on obtiendra du chlorure neutre de potasse. Cette opération demande un peu d'attention; il ne faut point perdre de chlore, et cependant éviter de faire arriver de l'acide muriatique dans la potasse, pour ne point altérer le degré de saturation du chlorure qu'on s'est proposé d'obtenir.

» Pour second exemple, nous prendrons la préparation d'un chlorure de potasse alcalin; mais nous commencerons par une remarque importante.

» D'après l'analogie que nous avons prise pour guide et que nous cherchons à constater, le chlore, au moment où il arrive en contact avec la potasse, forme du chlorite de potasse et du chlorure de potassium qui doivent rester passifs dans les divers degrés de saturation que l'on veut obtenir avec l'acide chloreux et la potasse.

» Soit donc un volume de potasse de $200^{c.c.}$, au titre de $108^{al.}$; avec quelle quantité de chlore faudra-t-il le combiner pour obtenir 1 chlorite $\frac{3}{4}$?

» Le chlorure de potassium et le chlorite de potasse devant toujours contenir la même quantité de chlore, on aura la formule

$$\frac{3\,Cl}{3\,K}+\frac{3\,Cl\,O}{4\,K\,O}.$$

» Conséquemment, la potasse sera divisée en $3+4=7$ équivalents, et pour cette quantité de potasse il ne faudra que 6 équivalents de chlore.

» Or, nous avons $200^{c.c.}$ de potasse, au titre de $108^{al.}$, ou $432^{al.}$, qui représentent nos 7 équivalents. En prenant les $\frac{6}{7}$ de ce nombre, on aura $370^{al.},3$ qui devront être transformés en chlore. D'après la table citée, on aura :

Pour	$300^{al.},0$....	$341^{ch.},448$
	$70\ ,0$...	$79\ ,671$
	$0\ ,3$...	$0\ ,341$
	$370^{al.},3$ =	$421^{ch.},460$

Il faudra donc $421^{ch.},46$ degrés de chlore, et on les obtiendra avec $24^{gr.},79$ du même manganèse qui a servi dans l'expérience précédente. Le chlore reçu dans la dissolution de potasse donnera le chlorite $\frac{3}{4}$, mélangé seulement de chlorure de potassium.

» Examinons maintenant les chlorures d'oxyde, et essayons de justifier les analogies que nous avons supposées entre ces composés et les chlorites.

» Les caractères généraux sont les mêmes de part et d'autre. Pouvoir décolorant au même degré, même instabilité, même modification par l'action de la chaleur, et surtout mêmes produits quand on les traite par les acides.

» Ainsi nous disions tout à l'heure que les chlorites décomposés par de l'acide sulfurique en excès ne donnaient que de l'acide chloreux; mais

qu'aussitôt qu'ils étaient mélangés de chlorures métalliques on n'obtenait plus que du chlore; qu'enfin, malgré ce mélange, on reproduisait tout l'acide chloreux en n'ajoutant que l'acide sulfurique nécessaire pour décomposer tout juste le chlorite.

» Eh bien, les chlorures d'oxyde soumis aux mêmes épreuves se comportent absolument de la même manière. L'acide sulfurique est-il ajouté en excès? ce n'est que du chlore qui se dégage. Ne sont-ils traités que par une quantité d'acide suffisante pour décomposer le chlorite qu'ils sont supposés renfermer, et à plus forte raison inférieure? il ne se dégage plus de chlore: c'est l'acide chloreux qui a pris sa place. Cependant, si un chlorure d'oxyde n'était qu'une combinaison directe d'oxyde et de chlore, la moindre quantité d'acide sulfurique déplacerait aussitôt du chlore, ce qui n'est pas. Il est donc de toute nécessité, pour expliquer ces faits, que le chlore, en arrivant dans une dissolution alcaline, forme deux produits différents, l'un très-faible, qui se décompose le premier par les acides; l'autre plus stable qui ne se décompose qu'après, et ces deux produits ne peuvent être qu'un chlorite d'oxyde et un chlorure métallique.

» Prenons pour exemple le chlorure neutre de potasse $2ClKO$ qui a dû se transformer en $ClK + ClOKO$. La quantité d'acide sulfurique à ajouter pour ne décomposer que le chlorite, sera la moitié de celle qu'il aurait fallu pour saturer toute la potasse employée. Avec un chlorure de potasse $\frac{9}{10}$ pour la formation duquel il aurait fallu employer $18Cl + 19KO = \frac{9Cl}{9K} + \frac{9ClO}{10KO}$, l'acide serait égal aux $\frac{10}{19}$ de la quantité nécessaire pour saturer toute la potasse. Mais lorsqu'on ne connaîtra pas la composition du chlorure de potasse, on ne pourra plus en opérer la décomposition que par tâtonnement, en ajoutant l'acide par petites parties, jusqu'au moment où le chlore commencera à se manifester par la coloration de la dissolution qui jusque-là était restée parfaitement incolore.

» La saturation du chlorure de potasse par l'acide sulfurique est une opération tout à fait facile; cependant je crois utile de dire la manière dont je l'exécute.

» Je prends un bout de tube de verre d'environ 15 millimètres de diamètre, et je l'étire à la lampe en pointe allongée très-fine. Ce tube ainsi effilé est destiné à faire l'office d'entonnoir, et à ne laisser écouler l'acide sulfurique qu'on versera dedans que très-lentement. Il traverse un bouchon qui le fixe au flacon contenant le chlorure, et doit arriver

presqu'au fond. Le bouchon est d'ailleurs échancré pour laisser un libre passage au mouvement de l'air.

» L'acide sulfurique destiné à la saturation du chlorure est étendu d'environ vingt fois son volume d'eau. On en verse dans l'entonnoir et pendant l'écoulement dans le chlorure, on donne au flacon un mouvement giratoire pour répartir instantanément l'acide dans toute la masse du liquide et prévenir une sursaturation locale qui aurait l'inconvénient de produire du chlore. On verse ainsi successivement dans le chlorure la quantité d'acide qui aura été calculée, ou bien on opérera par tâtonnement jusqu'à l'apparition du chlore. Il ne restera plus, pour obtenir l'acide chloreux, qu'à procéder à la distillation.

» Le chlorure de chaux, qu'on se procure si facilement dans le commerce, peut être employé à la préparation de l'acide chloreux, en le décomposant, avec les précautions indiquées, par de l'acide nitrique très-affaibli.

» L'acide carbonique lui-même décompose les chlorures d'oxyde, mais il ne le fait que partiellement; l'acide chloreux, qui est très-soluble, reste dans la dissolution et finit par arrêter l'action de l'acide carbonique.

» Ainsi, 400$^{c.c.}$ d'une dissolution de chlorure de chaux, au titre de 504$^{ch.}$, saturés d'acide carbonique et soumis à la distillation, ont donné un premier produit de 75$^{c.c.}$ au titre de 576$^{ch.}$ et un suivant de 105$^{c.c.}$ titrant encore 114$^{ch.}$. Le résidu saturé d'acide carbonique a donné une nouvelle quantité d'acide chloreux.

» Le chlore lui-même décompose les chlorites, au moins en partie; et en effet, la distillation du chlorite, après l'admission du chlore, donne constamment de l'acide chloreux. Il agit sur la base, la désoxyde et forme du chlorure métallique, et une nouvelle quantité d'acide chloreux qui s'ajoute à celle abandonnée par la portion de base décomposée. Mais l'action du chlore ne se borne pas à ce simple effet. Avec cette tendance à séparer l'oxygène de la base, il provoque une rupture d'équilibre qui s'effectue bientôt, et la plus grande partie de l'oxygène se concentre dans le composé plus stable ClO^5, RO, c'est-à-dire que le chlorite se transforme en chlorate. Que l'on opère avec un chlorite ou avec un chlorure d'oxyde, le résultat est le même (1).

---

(1) Je dois faire remarquer que l'acide chloreux attaque les chlorures à la température de 100° et même au-dessous, et qu'il les transforme en chlorates, avec dégagement de chlore et d'un peu d'oxygène. Quand ce dégagement de chlore a lieu, le chlorite est

» L'action de la chaleur sur les chlorites et les chlorures d'oxyde en dissolution est absolument semblable. Cette action est lente, successive et conséquemment énigmatique, comme tant d'autres. Elle détermine en général leur transformation en chlorates; mais un dégagement d'oxygène a constamment lieu, et il est d'autant plus considérable que le composé chloré est plus basique. On trouvera dans le tableau ci-après les résultats des expériences comparatives qui ont été faites simultanément, tant avec le chlorite qu'avec le chlorure de potasse à divers degrés de saturation.

» Les dissolutions de chacun de ces sels ont été chauffées au même bain d'eau bouillante, pendant six à huit heures, dans des matras dont la capacité variait de 140 à 180 centimètres cubes. Le col restait vide pour recevoir l'accroissement de volume qu'éprouvait le liquide par l'action de la chaleur, sans lui permettre d'arriver au bouchon qui fermait le matras, et auquel était adapté un tube se relevant jusqu'au haut d'une cloche pour recueillir le gaz qui devait se dégager. Nous donnerons un exemple de calcul d'une opération avec du chlorite de potasse neutre.

Volume du chlorite	$156^{c.c.}$
Son titre avant l'expérience	$648^{ch.}$
Son titre après sept heures de bain-marie	$5^{ch.}$
Donc perte de titre	$643^{ch.}$
Oxygène dégagé, volume corrigé	$66^{c.c.}$

» Supposons pour le moment que toute la perte de titre soit due au chlore, on aura son volume x par la relation suivante :

$$156^{c.c.} \times 643^{ch.} = 100^{ch.} \times x;$$

d'où $x = 1003^{c.c.},08$, lesquels représentent la matière décolorante. Ces $1003^{c.c.},08$ se divisent en deux parts égales, l'une $501^{c.c.},54$ pour le

---

toujours avec excès d'acide chloreux. C'est un autre moyen de constater sa neutralité.

La transformation d'un chlorure en chlorate par l'acide chloreux fournit un moyen commode de préparer les chlorates. Il suffit de tenir au bain-marie bouillant, ou à la lumière, de l'acide chloreux dans lequel on a dissous le chlorure. On renouvelle l'acide quand il est trop affaibli, et pour cela on distille à sec, ou à peu près, la dissolution. Les premières portions d'acide qui se dégagent, concentrées par la distillation, peuvent être employées de nouveau, ou servir à la préparation de l'acide chloreux. En répétant ces opérations, le chlorure peut être entièrement converti en chlorate.

chlore, et l'autre, pour l'oxygène, est représentée par $\frac{501^{c.c.},54}{2}$ de ce gaz, attendu que 2 volumes du premier n'équivalent qu'à 1 volume du second.

» Or comme la potasse du chlorite contient autant d'oxygène que l'acide chloreux, la totalité de ce corps, contenue dans le chlorite, sera égale à $501^{c.c.},54$ d'oxygène; c'est-à-dire, en règle générale, au volume du chlore contenu dans l'acide chloreux.

» Ainsi, dans notre exemple, l'oxygène du chlorite étant de $501^{c.c.},54$, et l'oxygène dégagé ou perdu de $66^{c.c.}$, on aura $\frac{66}{501,54} = 0,13$ pour la perte d'oxygène que la chaleur fait éprouver au chlorite en le décomposant et le transformant en chlorate.

Résultats de l'action de la chaleur sur des dissolutions de chlorites et de chlorures de potasse à divers degrés de saturation.

CHLORITES ET CHLORURES.	DEGRÉ de saturation.	PERTE D'OXYGÈNE, celui du chlorite ou du chlorure = 1.
Chlorure de potasse acide	$\frac{11}{10}$	0,03
Chlorite *id*	$\frac{11}{10}$	0,07
Chlorure neutre	$\frac{10}{10}$	0,03 à 0,10
Chlorite *id*	$\frac{10}{10}$	0,13
Chlorure basique	$\frac{9}{10}$	0,21
Chlorite *id*	$\frac{9}{10}$	0,33
Chlorure	$\frac{8}{10}$	0,15
Chlorite	$\frac{8}{10}$	0,41 à 0,66
Chlorure	$\frac{7}{10}$	0,12
Chlorite	$\frac{7}{10}$	0,13
Chlorure	$\frac{5}{10}$	0,37
Chorite	$\frac{5}{10}$	0,33
Chlorure	$\frac{1}{4}$	0,30
Chlorite	$\frac{1}{4}$	0,36
Chlorure et oxyde de manganèse	$\frac{9}{10}$	0,67 à 0,80
Chlorure sans oxyde de manganèse	$\frac{9}{10}$	0,25

» On remarquera d'abord que, à part quelques anomalies, les pertes

d'oxygène augmentent avec l'excès de base dans chaque espèce de sel. Les chlorites et les chlorures $\frac{10}{10}$ et $\frac{11}{10}$ ont éprouvé des pertes qui ne s'élèvent que de 3 à 13 centièmes, tandis que les chlorites et les chlorures basiques $\frac{5}{10}$ et $\frac{1}{4}$ en ont éprouvé de 30 à 37 pour 000.

» Les pertes d'oxygène pour un chlorite et un chlorure, au même degré de saturation, présentent quelques différences notables; et le plus souvent c'est pour les chlorites qu'elles sont plus grandes. Cependant pour chaque titre $\frac{7}{10}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{1}{4}$, les pertes sont sensiblement égales. Je ne sais à quoi attribuer la discordance des résultats. Peut-être l'instabilité de ces composés en est-elle la principale cause. En ajoutant du peroxyde de manganèse à du chlorure de potasse $\frac{9}{10}$, qui seul n'avait éprouvé qu'une perte d'oxygène de 25 pour 100, elle s'est élevée dans une expérience à 67, et dans une autre à 80. Une couleur rouge assez intense témoignait de la présence de l'hypermanganate de potasse dans la dissolution. L'oxyde brun de cuivre s'est comporté avec le chlorure de potasse comme le peroxyde de manganèse. Il est remarquable qu'une dissolution d'acide chloreux seul, et celles des chlorites et des chlorures, placées dans les mêmes circonstances, se décomposent d'une manière tout à fait semblable. L'instabilité de l'acide paraît bien peu diminuée par la présence d'une base; l'action est aussi très-lente, et les considérations que nous avons exposées à l'égard de sa décomposition par la chaleur pourraient peut-être trouver ici leur application.

» Quoi qu'il en soit de la cause des discordances qui se manifestent quelquefois dans la décomposition des chlorures et des chlorites par l'action de la chaleur, ces discordances n'étant pas d'ailleurs constantes, et se produisant aussi entre les chlorites comme entre les chlorures, il n'en reste pas moins tout à fait probable, par la similitude des résultats généraux de cette action, que les chlorites et les chlorures doivent renfermer un composé commun, et que ce composé ne peut être que le même chlorite.

» Une conséquence très-importante qui découle des faits que nous venons d'exposer, c'est que, dans la fabrication des chlorures, il est nécessaire que la chaleur s'élève le moins possible. Deux effets sont produits par elle au détriment du chlorure, un dégagement d'oxygène et un abaissement de titre qui peuvent en amener la perte totale; tandis qu'en empêchant la température de s'élever, la perte reste insensible.

» Mais indépendamment de la chaleur, il est une autre cause de perte dans la fabrication des chlorures, qui mérite une attention très-sérieuse.

» Tant qu'on n'atteint pas la neutralité, le chlorure se maintient sans altération à une température ordinaire; au moins les progrès en sont-ils très-lents. Mais si l'on outre-passe la neutralisation, le titre du chlorure ne tarde pas à s'abaisser rapidement; de l'oxygène se dégage en petites bulles dans la proportion de deux à trois centièmes de tout celui contenu dans le chlorure, et il s'est formé du chlorate. Ces effets ont lieu pour le chlorure de chaux comme pour celui de potasse, et, dans certaines limites au moins, ils sont indépendants de leur degré de concentration: je dis dans certaines limites de concentration, car j'ai vu du chlorure neutre de potasse, titrant 900 à 1000^{ch}., perdre en huit jours, à la température de 15 à 18° et à la lumière diffuse de mon laboratoire, plus des neuf dixièmes de son titre.

» Ainsi, dans la préparation des chlorures comme matières décolorantes, on obtiendra le meilleur résultat en empêchant la température de s'élever et en ne dépassant pas, en n'atteignant pas même tout à fait le terme exact de saturation.

» Quant à la fabrication du chlorate de potasse, il est maintenant bien évident que la théorie de Berthollet ne peut plus être admise; car cette théorie, fondée sur le peu de solubilité du chlorate de potasse, suppose que tant qu'il n'est pas arrivé assez de chlore dans la dissolution alcaline pour que le chlorate qui pourrait se former ne puisse pas être tenu en dissolution, il ne s'en forme réellement pas: conséquemment, qu'en prenant de la potasse très-étendue ou des bases ne formant que des chlorates très-solubles, comme la chaux, on n'obtient que des chlorures et jamais des chlorates.

» Mais il est bien constant, au contraire, qu'une dissolution de potasse très-étendue, que la chaux, la magnésie, produisent des chlorates aussitôt que le chlore est en excès, qu'il se dégage un peu d'oxygène et que le titre baisse alors considérablement; tandis que tant que le chlore n'est pas en excès on peut obtenir du chlorure de potasse même très-concentré sans qu'il se forme de chlorate de potasse. Pour concevoir l'action d'un excès de chlore sur un chlorite ou un chlorure, celui de potasse par exemple, il faut faire attention que le chlore agissant sur la potasse formerait du chlorure de potassium et une nouvelle quantité d'acide chloreux qui s'ajouterait à celui abandonné par la portion de base décomposée; que l'acide chloreux agirait lui-même sur le chlorure de potassium et le transformerait en chlorate; que, conséquemment, il est bien plus naturel qu'à ce moment même de l'état naissant, l'équilibre se rompe et que le chlorite se transforme immédiatement en chlorate sans passer par des détours que la nature évite toujours.

» Cependant la conversion d'un chlorite en chlorate peut aussi avoir lieu sans un excès de chlore, par le concours seul de la chaleur. C'est que, alors, le chlorite est lui-même décomposé et que la combinaison immédiatement plus stable qui peut résister dans ces nouvelles circonstances, se forme aussitôt.

» C'est la règle générale : toutes les fois qu'il peut se former, avec les mêmes éléments, divers composés inégalement stables, mais pouvant exister tous dans de mêmes circonstances données, c'est le moins stable qui se forme le premier. Si les circonstances changent et qu'il ne puisse plus se maintenir, le composé immédiatement plus stable lui succède, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on arrive à un composé éminemment stable, ou que les éléments du composé se séparent. On voit ainsi le chlore et la potasse produire du chlorite et du chlorure de potassium à une basse température; le chlorite se change en chlorate à une température plus élevée, puis le chlorate en heptachlorate et finalement celui-ci en oxygène et chlorure de potassium. De même, le soufre et le phosphore en contact avec une base alcaline produisent d'abord de l'hyposulfite et de l'hypophosphite, et plus tard du sulfate et du phosphate.

»D'après les résultats qui précèdent, la condition la plus favorable à la préparation de chlorate de potasse consiste à sursaturer légèrement la dissolution alcaline de chlore. Alors, soit spontanément, soit par la chaleur au plus de l'ébullition, la transformation du chlorite en chlorate a lieu.

»Lorsqu'on emploie à cette préparation le chlorure de chaux et le chlorure de potassium, il est également avantageux de sursaturer d'un petit excès de chlore. Après qu'il aura produit son effet, ce chlore pourra être recueilli et contribuer à la formation d'une nouvelle quantité de chlorure de chaux.

»Ainsi dans la préparation du chlorate de potasse, on doit empêcher la température de trop s'élever avant le terme de la saturation par le chlore; sursaturer légèrement de chlore la dissolution et l'abandonner au repos, ou bien la chauffer jusqu'à 80 et même 100 degrés; il n'y a plus alors d'inconvénient. En opérant même avec toutes ces précautions, on ne pourra pas éviter une perte d'oxygène, mais elle ne dépassera pas deux à trois centièmes.

»J'ai obtenu l'acide bromeux gazeux par le même procédé que l'acide chloreux, mais c'est un champ que M. Balard s'est réservé de parcourir.

» Je me borne pour le moment aux observations que je viens de présenter, tout imparfaites qu'elles soient. Engagé par quelques amis à en pres-

ser la publication, je remets à une époque peu éloignée, où j'espère être plus libre de m'adonner aux travaux du laboratoire, à les rendre plus complètes, et particulièrement à étudier avec soin l'action de la lumière sur les composés décolorants du chlore. J'ajoute, en terminant, que M. Bourson et surtout M. Larivière m'ont prêté leur concours avec un dévouement qui me fait un devoir, en même temps qu'un véritable plaisir, de leur en témoigner ici ma reconnaissance. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Remarques diverses sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Dans la séance précédente, j'ai rappelé la méthode dont je m'étais servi en 1819 (*Bulletin de la Société Philomathique*) pour intégrer complétement les équations aux dérivées partielles du premier ordre, quel que fût d'ailleurs le nombre des variables indépendantes, et j'ai comparé cette méthode à celles qui ont été données depuis cette époque par M. Jacobi et par M. Binet. Il m'a semblé utile d'examiner s'il ne serait pas possible d'appliquer à ces mêmes équations la méthode dont Lagrange et Charpit ont fait usage, de manière à lever les difficultés que cette application semblait présenter au premier abord. Tel est l'objet de la présente Note. En approfondissant le sujet, je suis parvenu non-seulement à faire disparaître les difficultés dont il s'agit, mais encore à déduire de mon analyse quelques propositions nouvelles, et en particulier la suivante :

» Supposons que l'équation donnée renferme avec les variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

dont l'une t peut représenter le temps, une inconnue ϖ, et ses dérivées partielles du premier ordre

$$p,\ q,\ r,\ldots,\ s$$

relatives aux diverses variables indépendantes. Si les équations différentielles, que l'on substitue à cette équation aux dérivées partielles, sont intégrées, et si le système de leurs intégrales générales est décomposé en deux autres systèmes qui offrent respectivement : 1° les valeurs initiales de $x, y, z,\ldots$; 2° les valeurs initiales des dérivées $p, q, r,\ldots$, et de l'inconnue ϖ, exprimées en fonction de

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,$$

on obtiendra une solution complète de l'équation aux dérivées partielles, non-seulement en supposant les valeurs des dérivées $p, q, r, \ldots$ déterminées en fonction de $x, y, z, \ldots, t, \varpi$ par le premier système d'intégrales générales, mais encore en supposant, avant cette détermination, une ou plusieurs intégrales du premier système remplacées par une ou plusieurs intégrales correspondantes du second système, savoir, l'intégrale qui renferme la valeur initiale de x, par l'intégrale qui renferme la valeur initiale de la dérivée relative à x; l'intégrale qui renferme la valeur initiale de y, par l'intégrale qui renferme la valeur initiale de la dérivée relative à y, etc. D'ailleurs, les valeurs de $p, q, r, \ldots$ étant une fois déterminées en fonction de $x, y, z, \ldots, t, \varpi$, on pourra, dans tous les cas, en déduire celle de s, à l'aide de l'équation donnée, puis celle de ϖ, en intégrant la formule

$$d\varpi = pdx + qdy + rdz + \ldots + sdt.$$ »

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur les équations linéaires simultanées aux dérivées partielles du premier ordre; par* M. **Augustin Cauchy.**

« Suivant une remarque énoncée dans mon dernier Mémoire, et plus anciennement dans un article de M. Jacobi que renferme le deuxième volume du Journal de M. Crelle, on peut toujours intégrer des équations linéaires simultanées aux dérivées partielles du premier ordre, lorsque ces équations fournissent les valeurs de fonctions linéaires semblables des dérivées des diverses inconnues. Dans ce nouveau Mémoire, je considère le cas général où des équations linéaires simultanées ne satisfont plus à la condition que je viens de rappeler, et je prouve qu'alors même on peut souvent réduire leur intégration à celle d'un système d'équations différentielles. J'indique les conditions qui doivent être remplies pour que cette réduction soit possible, et des transformations remarquables que peuvent subir les équations données, dans le cas où quelques-unes seulement de ces conditions se vérifient. Enfin je montre comment les principes établis dans ce nouveau Mémoire peuvent être étendus et appliqués à l'intégration d'équations non linéaires. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Remarque à l'occasion d'une communication récente de M. le colonel* Savart *sur les cordes vibrantes.* — Note de M. **Duhamel.**

« Dans la correspondance de la dernière séance, se trouve une Note

très-intéressante de M. le colonel Savart, sur les vibrations des cordes. Ses expériences ne lui ont pas donné les mêmes nombres que la formule ordinairement employée à cet effet; mais en introduisant dans les données du calcul les circonstances auxquelles M. Savart a eu égard, on trouve un accord remarquable entre les résultats de l'analyse et ceux de l'expérience. Dans le problème des cordes vibrantes les géomètres ont fait abstraction de la rigidité, et ont supposé qu'il s'agissait d'un fil matériel parfaitement flexible; ils savaient très-bien, d'ailleurs, qu'ils n'avaient ainsi qu'une approximation, et que dans le cas d'une corde métallique d'une petite longueur, la loi mathématique trouvée s'écarterait beaucoup de l'expérience. L'objet que s'est proposé M. Savart a été de trouver la loi de ces écarts; et c'est la voie expérimentale qu'il a suivie à cet effet. Des expériences très-multipliées l'ont conduit à une relation simple entre trois quantités qu'il avait en vue de comparer : ces quantités sont le nombre de vibrations que fait réellement la corde tendue, le nombre indiqué dans les mêmes circonstances par la formule, et le nombre de celles que ferait la corde dans le même temps si sa tension était nulle et qu'elle fût soumise aux seules forces produites par sa rigidité. *Le carré du premier nombre s'est toujours trouvé égal à la somme des carrés des deux autres.*

» Or je vais démontrer que cette relation est précisément celle à laquelle conduit le calcul en introduisant la nouvelle condition de la rigidité.

» En effet, la formule démontrée par les géomètres est $T = KN^2$; T désignant la tension de la corde, N le nombre de vibrations qu'elle fait dans l'unité de temps, et K une constante dépendant de la longueur et de la masse de la corde. Désignons par N_1 le nombre que l'expérience donne au lieu de N, et par N_0 celui qui correspond à une tension nulle. Si l'on supposait la corde parfaitement flexible et soumise à une tension convenable T_0, on pourrait lui donner le même mouvement qui provient de sa rigidité seule, et dans lequel elle fait un nombre N_0 de vibrations dans l'unité de temps. Or on se trouve alors dans le cas auquel s'applique la formule, et l'on aura par conséquent $T_0 = KN_0^2$. Il suffit actuellement d'ajouter à la corde flexible la tension T pour se trouver dans le cas même de la corde rigide, puisqu'on remplace les forces provenant de la rigidité par celles qui proviennent de la tension T_0, et dont l'effet est le même. On peut donc calculer N_1 d'après la formule ordinaire, en supposant la tension égale à $T+T_0$; et l'on aura l'équation $T+T_0 = KN_1^2$, d'où résulte $N_1^2 = N^2 + N_0^2$, comme l'expérience l'a fait connaître à M. Savart.

» Les résultats obtenus par cet habile expérimentateur offrent donc une

confirmation frappante de la théorie mathématique; mais il ne faut pas oublier qu'on pourrait encore supposer la corde dans d'autres circonstances où cet accord ne serait plus aussi exact, et où il faudrait introduire de nouveaux éléments dans le calcul.

» J'ajouterai une dernière observation. Si cette question avait été traitée d'abord par l'analyse, on serait arrivé immédiatement à la loi, qu'il n'aurait plus fallu que vérifier. Or on sait combien il est plus facile de vérifier que de découvrir. On voit donc ici un nouvel exemple de l'utilité de l'analyse mathématique dans la recherche des lois des phénomènes naturels. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur les pouzzolanes; par* M. VICAT.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques faits chimiques qui me paraissent devoir dissiper un reste d'obscurité, couvrant encore certaines questions touchant la vraie nature des pouzzolanes et le fait de *combinaison* ou de *non-combinaison* de cette substance avec la chaux grasse, dans la confection des bétons.

» On sait que le nom de pouzzolane (*pulvis puteolanus*) fut donné par les Romains à une terre rougeâtre, d'origine volcanique, exploitée sur le territoire de Pouzzolle, non loin du Vésuve. Il serait difficile d'assigner l'époque à laquelle ses propriétés commencèrent à être connues en Italie; Vitruve se tait sur ce point, mais il nous donne en revanche de grands détails sur l'admirable parti que les architectes romains savaient tirer de cette substance pour toutes sortes de constructions hydrauliques, et notamment pour celle du môle ou digue à la mer. On voit qu'ils fabriquaient sur le rivage des blocs d'un volume énorme en les asseyant sur une base artificielle que les flots pouvaient détruire ou respecter, au gré des constructeurs; puis, quand la matière avait acquis le degré de cohésion jugé nécessaire, on livrait la fondation au choc des lames, et la masse ébranlée tombait dans la mer (1). On continuait ainsi de proche en proche, en poussant la digue au large jusqu'au point convenu. Vitruve connaissait parfaitement l'origine volcanique de la pouzzolane, mais l'explication qu'il essaye de

(1) Le système si rationnel des grandes masses opposées aux grands effets des vagues vient d'être tout récemment mis en pratique à Alger par M. l'ingénieur Poirel. Il est étonnant que les anciens désastres éprouvés à Cherbourg n'y aient pas fait songer plus tôt.

donner de ses propriétés est tout ce qu'elle pouvait être à cette époque, c'est-à-dire qu'elle n'explique rien, et nous devons d'autant moins nous en étonner que nos idées à cet égard n'étaient pas beaucoup plus claires il y a vingt ans.

» Je dois rappeler que quelques chimistes, et notamment John, de Berlin, ont considéré les pouzzolanes comme des matières entièrement passives, n'ayant sur les sables ordinaires d'autre avantage qu'une certaine faculté d'absorption; que Chaptal et après lui presque tous les ingénieurs ont attribué en partie au peroxyde de fer la vertu hydraulique qui les caractérise.

» Ce sont là de graves erreurs, que l'on ne saurait trop signaler, dans un moment surtout où de grands projets de travaux maritimes s'élaborent, et où, conséquemment, il importe d'imprimer une bonne direction à l'étude des voies et moyens d'exécution.

» Je dirai donc que tous les essais, que toutes les expériences que je viens de répéter pendant les années 1840, 1841 et 1842 (expériences qui seront l'objet d'un Mémoire particulier), s'accordent à présenter comme terre à pouzzolane par excellence l'argile parfaitement pure, calcinée en poudre, pendant quelques minutes au rouge un peu plus que brun, et de manière à perdre des 8 aux 9 dixièmes de son eau de combinaison. Conséquemment les argiles dites terre de pipe et autres, blanches, douces et fines, restant blanches après la cuisson, sont les meilleures terres à pouzzolane, et à mesure que la présence du fer ou du manganèse, du carbonate de chaux ou du sable, etc., les éloigne de ce degré de pureté, elles perdent proportionnellement aussi la faculté d'arriver par la calcination au degré d'excellence des argiles pures.

» Ainsi la pouzzolane *type*, je dirais presque la pouzzolane *théorique*, n'est autre chose qu'un silicate d'alumine rendu presque anhydre par un léger degré de cuisson, et ramené par là au point où l'affinité réciproque des deux principes silice et alumine est devenue la plus faible possible.

» Quant à la question de *combinaison* ou de *non-combinaison* des pouzzolanes avec la chaux grasse en pâte, voici des faits qui me paraissent devoir lever tous les doutes.

» Toutes les argiles crues, les mêmes argiles transformées en pouzzolanes, et enfin les pouzzolanes naturelles, n'abandonnent aucune trace pondérable de silice à l'acide muriatique bouillant. Il en est ainsi des mélanges de chaux grasse en pâte et d'argiles crues, même après un an d'immersion. Mais au contraire tous les mélanges de chaux grasse et de pouzzo-

lanes naturelles ou artificielles, après trois mois d'immersion seulement, abandonnent déjà à la dissolution muriatique une telle quantité de silice, qu'au bout de quelques minutes d'ébullition les liqueurs se prennent en gelée transparente.

» Ainsi ce que la voie sèche produit en quelques heures sur la silice des mélanges artificiels ou naturels de chaux et d'argile, la voie humide l'opère en quelques mois sur la silice des mélanges de chaux et de pouzzolane, puisque d'insoluble qu'elle était auparavant dans les acides, cette silice le devient après.

» Ce fait tranche toute difficulté sur la théorie de la solidification de cette classe de bétons; il s'opère évidemment une combinaison entre les principes mis en présence, et le *corps solide* qui en résulte est véritablement un *hydrosilicate d'alumine et de chaux;* type du béton par excellence quand les autres substances dont la plupart des argiles sont souillées ne viennent pas en altérer ou du moins en affaiblir la cohésion.

» C'est sans exagération aucune, et par l'unique témoignage des chiffres qui expriment la résistance à la rupture ou au forage, que j'établis, dans le rapport moyen de 2 à 1, la supériorité des bétons *types* sur les bétons à pouzzolane d'Italie de première qualité.

» Les conséquences de toutes ces vérités ne sauraient être développées ici, mais elles ne peuvent manquer d'exercer une grande et économique influence sur la fabrication des pouzzolanes artificielles, et par suite sur l'exécution des travaux hydrauliques, dont la destination est d'être constamment immergés. »

Un travail inédit de feu M. **Poisson**, sur la théorie mathématique de la lumière, est adressé de Besançon par un des fils de l'auteur, M. Ch. Poisson, officier d'artillerie. Ce travail a pour titre :

« *Mémoire sur les apparences des corps lumineux en repos et en mouvement; par* M. Poisson; lu à l'Académie le . . . . 1839. »

L'intention de l'auteur était, comme on le voit, de présenter lui-même ce Mémoire; les progrès de la maladie à laquelle il a succombé ne le lui permirent pas. L'Académie décide que ce Mémoire, dernier travail d'un de ses membres les plus illustres, sera imprimé dans le recueil de ses Mémoires, et que des remercîments seront adressés à M. Poisson fils, pour la communication qu'il en a faite.

M. **Flourens** fait hommage au nom de l'auteur, M. *de Gasparin,* d'un opuscule ayant pour titre : *Mémoire sur la valeur des engrais.*

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des rapports des trompes avec les ovaires chez les mammifères, et particulièrement chez les animaux domestiques; par* M. RACIBORSKI.

(Commissaires, MM. de Blainville, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Milne Edwards.)

Des faits exposés et discutés dans son Mémoire, l'auteur se croit autorisé à tirer les conclusions suivantes :

« 1°. Au lieu d'attribuer d'une manière absolue les grossesses extra-utérines abdominales aux émotions éprouvées par la femme pendant l'acte de la génération, on procéderait plus rationnellement en en recherchant une cause physique dans la disposition anormale des pavillons des trompes.

» 2°. Chez les animaux domestiques le péritoine ajoute aux trompes des appendices membraneux en forme de capsules ou de capuchons qui recouvrent à la fois et les pavillons et les ovaires lorsque ces parties se trouvent mises en contact, et empêchent ainsi les œufs de tomber dans la cavité du péritoine. Cette disposition paraît être une des principales raisons de la rareté de grossesse extra-utérine abdominale chez ces animaux. »

M. DE LAPORTE lit un Mémoire ayant pour titre : « *De l'attraction à la surface du globe.* »

(Commissaires, MM. Puissant, Élie de Beaumont, Liouville.)

M. J. MORAND lit un Mémoire ayant pour titre : « *Sur les lois générales de l'univers et leur expression mathématique.* »

(Commissaires, MM. Mathieu, Babinet.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la flexion des pièces chargées debout; recherche de l'expression analytique qui donne la flèche, en fonction de la charge, et permet de déterminer l'effort correspondant aux limites du pouvoir élastique, dans la flexion des pièces chargées debout;* par M. LAMARLE.

(Commissaires, MM. Coriolis, Liouville, Poncelet.)

« Des considérations que nous venons de développer, dit l'auteur en terminant son Mémoire, il paraît résulter comme conséquences pratiques, applicables à l'emploi des pièces chargées debout, lorsque les forces qui les sollicitent agissent aux centres de gravité des sections extrêmes, ou que leurs points d'application ne peuvent être transportés hors de ces centres, sans qu'en même temps la réaction des appuis ne tende à les y ramener :

» 1°. Que les charges que peuvent supporter, sans altération permanente, les pièces dont il s'agit, sont indépendantes de leur longueur, et simplement proportionnelles à leur section, tant que le rapport entre la longueur et la plus petite dimension de l'équarrissage n'atteint pas une certaine limite;

» 2°. Qu'au delà de cette limite, et pour tous les cas d'application, la charge maximum peut atteindre, mais non dépasser l'effort correspondant à la flexion initiale;

» 3°. Que la théorie qui permet d'établir *à priori* ces deux principes essentiels, et qui les rend applicables à l'aide de formules très-simples, se concilie d'ailleurs parfaitement avec les faits d'observation, lorsque l'on a pris les précautions convenables pour réaliser les hypothèses sur lesquelles elle repose. »

M. DE SENARMONT présente une *carte géologique* très-détaillée des départements de Seine-et-Oise et Seine-et-Marne; cette carte est accompagnée d'un Mémoire descriptif.

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

M. LETELLIER soumet au jugement de l'Académie de *nouvelles Recherches sur la composition du lait.*

(Renvoi à la Commission nommée pour un Mémoire de M. *de Romanet* sur le même sujet.)

MM. **Laroche** et **Lelong** adressent de nouveaux documents sur l'emploi des tissus en coton pour la voilure des navires. (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

(Commission précédemment nommée.)

L'Académie reçoit diverses communications relatives aux moyens de diminuer les dangers des chemins de fer, communications adressées par MM. **Dericquehem**, **Fusz**, **Grandjean**, **Hautcoeur**, **Korylski**, **Lecomte**, et par trois anonymes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

« M. **Augustin Cauchy** présente à l'Académie, de la part de M. l'abbé *Barnaba Tortolini*, professeur de mathématiques transcendantes au collége de la Sapience à Rome, et professeur de physique au collége romain de la Propagation de la Foi, plusieurs Mémoires imprimés qui lui paraissent devoir intéresser les géomètres.

» Les titres de ces Mémoires sont les suivants :

» 1°. Un Mémoire sur quelques applications de la méthode inverse des tangentes, 1839;

» 2°. Un Mémoire sur la quadrature de l'ellipsoïde à trois axes inégaux, 1839;

» 3°. Un Mémoire sur les transformations et les valeurs de certaines intégrales définies, 1840;

» 4°. Un Mémoire sur les limites de quelques expressions imaginaires, 1841;

» 5°. Un Mémoire sur diverses questions de physique mathématique, et en particulier sur le mouvement d'un système de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle;

» 6°. Deux Mémoires relatifs au calcul des résidus, et formant ensemble un traité de ce nouveau calcul;

» 7°. Deux Mémoires sur l'application du calcul des résidus à l'intégration des équations linéaires aux différences finies.

» Dans ces deux derniers Mémoires l'auteur a étendu, en les appliquant à l'intégration des équations aux différences finies, même partielles, les méthodes exposées et appliquées par M. Cauchy à l'intégration des équations différentielles et aux dérivées partielles, dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*.

M. **Élie de Beaumont** fait hommage, au nom de l'auteur, M. *Viquesnel*, d'un ouvrage ayant pour titre : *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*. « Cet ouvrage, auquel est joint une carte dressée par M. le colonel Lapie, est principalement destiné, dit l'auteur, à faciliter les recherches dans le livre publié sur la Turquie d'Europe par M. Ami Boué, qui a visité ce pays en compagnie de M. Viquesnel. »

« MM. **Bouvard** et **Babinet** présentent à l'Académie, de la part de M. **Dien**, une carte relative à l'éclipse prochaine du 8 juillet 1842. M. Dien y a tracé, d'après des calculs transmis à M. Arago par M. Lehmann, la marche de l'éclipse au travers de toute l'Europe, savoir : 1° la ligne où l'éclipse sera centrale et totale; 2° les limites nord et sud où l'éclipse cessera d'être totale; 3° les lignes sur lesquelles on apercevra encore un millième ou un centième du diamètre du Soleil et les lignes sur lesquelles la phase sera la même qu'à Paris, c'est-à-dire de dix doigts et demi, laissant à découvert un huitième du diamètre solaire; 4° le point où le disque du Soleil sera attaqué vers l'occident et au nord par le disque obscur de la Lune; 5° l'aspect du Soleil éclipsé pour Paris; 6° une portion de carte céleste qui servira à chercher et à reconnaître les planètes et les étoiles qui pourraient être visibles, et donner la mesure de l'obscurité. Le Soleil, Mercure, Mars, sont figurés pour le moment de l'éclipse dans leur vraie position au milieu des brillantes étoiles qui caractérisent la portion du ciel voisine des Gémeaux : Procyon, Sirius, Rigel, α d'Orion, Aldébaran et la Chèvre; 7° enfin, la hauteur du Soleil calculée par M. Bouvard, pour le commencement, le milieu et la fin de l'éclipse à Paris. »

M. **de Haldat**, récemment nommé à une place de correspondant pour la section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

« M. **Dumas**, chargé par M. **Bouchardat** de présenter à l'Académie le Mémoire suivant, communique les résultats d'un travail auquel il s'est livré, conjointement avec M. **Cahours**, sur la composition élémentaire des matières azotées de l'organisation; ils ont trouvé par un grand nombre d'expériences :

» 1°. Que l'albumine du sérum, que celle des œufs et que l'albumine végétale ont toujours la même composition;

» 2°. Que le caséum offre la même composition que l'albumine, soit qu'on le prenne dans le lait, soit qu'il provienne des plantes;

» 3°. Que la fibrine, tant celle du sang que celle des plantes, contient toujours plus d'azote et moins de carbone que l'albumine ou le caséum;

» 4°. Qu'il existe dans les amandes, les pois, les haricots, etc., une matière analogue au caséum par quelques propriétés, mais encore plus azotée que la fibrine, et moins riche qu'elle en carbone.

» Lorsque la fibrine a été dépouillée de tout principe soluble dans l'eau bouillante, elle laisse un résidu identique par sa composition avec l'albumine et le caséum, circonstance que les nouvelles et importantes remarques de M. Bouchardat expliquent parfaitement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition immédiate de la fibrine; sur le gluten, l'albumine, le caséum; par* M. **Bouchardat**.

« *De la fibrine.* — M. Chevreul a démontré que la fibrine contenait toujours de la graisse; mais ce produit, dépouillé de corps gras, est-il un principe immédiat pur? C'est ce qu'on admet généralement aujourd'hui. Je vais chercher à prouver que cette assertion n'est pas fondée, et que le corps que les chimistes désignent sous le nom de fibrine est un produit complexe formé de trois principes immédiats distincts.

» Pour éviter toute équivoque, je commencerai par dire qu'il s'agira toujours ici de la fibrine extraite du sang soit par le battage de ce fluide, soit par le repos qui, dans certaines conditions, donne lieu à la formation d'une pseudo-membrane connue des pathologistes sous le nom de *couenne inflammatoire*, ou hémaleucose de M. Hatin.

» Si l'on sépare la couenne inflammatoire du sang de malades atteints soit de pleuro-pneumonie aiguë, soit mieux encore de rhumatisme articulaire aigu; si on la lave avec soin pour la dépouiller des globules; si on la laisse macérer pendant vingt-quatre heures au moins pour l'obtenir parfaitement blanche, en ayant soin de renouveler souvent l'eau de lavage pour la priver de toute matière albumineuse soluble, on obtient alors une membrane opaque résistante d'une blancheur parfaite.

» On avait considéré jusqu'ici ce produit comme de la fibrine humide contenant des proportions variables de graisse; mais voici une première expérience qui établit évidemment sa composition complexe.

» Si l'on fait bouillir doucement cette pseudo-membrane humide avec trois ou quatre fois son poids d'eau jusqu'à réduction de moitié; si l'on passe le décoctum bouillant, on obtient, par un refroidissement convena-

ble, ou bien un liquide d'une consistance épaisse, ou même une gelée tout à fait consistante. On peut liquéfier de nouveau cette gelée par une douce chaleur. Si l'on verse dans ce liquide de l'acide nitrique avec précaution, on ne remarque aucun précipité, ou un trouble à peine sensible; si, au contraire, on y ajoute soit une solution de bichlorure de mercure, soit une solution de tannin, on y aperçoit aussitôt un précipité floconneux extrêmement abondant; si l'on y fait passer du chlore, on y remarque également la formation de flocons abondants.

» Ces expériences démontrent que la fibrine extraite du sang contient de la gélatine.

» Dans quels rapports se trouve dans la fibrine la gélatine proportionnellement aux autres principes? Voilà une question que j'ai cherché à résoudre par des expériences nombreuses, mais qui ne comporte point une solution rigoureuse; en effet, cette proportion est extrêmement variable: à l'état normal dans la fibrine de l'homme en santé, il est quelquefois difficile d'établir nettement la présence de la gélatine; mais dans les affections inflammatoires des séreuses ou du tissu cellulaire, la proportion peut s'élever à un chiffre très-haut. On comprend d'ailleurs sans peine que les rapports de ces éléments organiques peuvent incessamment varier par des conditions d'alimentation ou de maladie.

» La présence de la gélatine en proportion notable dans le sang des malades atteints d'affections inflammatoires aiguës, des séreuses ou du tissu cellulaire, est un fait digne de fixer l'attention des pathologistes.

» Outre la gélatine, la fibrine exempte de graisse contient encore deux autres substances; ce fait important peut être établi en faisant agir les acides extrêmement dilués sur la fibrine humide. Nous allons revenir avec détail sur une expérience qui se trouve déjà relatée dans nos recherches sur la digestion.

» Si l'on prend de l'eau contenant $\frac{1}{2}$ millième d'acide chlorhydrique : à ce degré de dilution l'acidité est à peine sensible au goût et l'action sur le papier de tournesol très-faible. Si l'on plonge dans cette eau $\frac{1}{10}$ de fibrine humide, elle se gonfle immédiatement et se convertit en une réunion de flocons gélatineux extrêmement volumineux; par une macération prolongée, les vésicules turgides se déchirent, la plus grande partie de la fibrine se dissout, mais il reste toujours une proportion bien manifeste d'un produit qui n'est point attaqué par un excès du dissolvant, et qui, outre la graisse, est formé d'une substance qui m'a paru identique avec la substance qui

forme la base soit de l'épiderme, soit des productions cornées ou pileuses.

» La proportion de cette substance indissoute, pour laquelle je propose le nom d'*épidermose*, est assez faible; il est bien difficile de la doser exactement, car on ne peut la séparer de la substance dissoute que par la filtration, et cette opération s'exécutant sur une liqueur visqueuse essentiellement altérable, on n'arrive qu'avec peine à une détermination quantitative.

» Je reviendrai ailleurs sur les propriétés de l'épidermose.

» Nous allons nous occuper maintenant de la matière dissoute qui constitue la partie la plus importante de la fibrine brute.

» La portion de la fibrine que l'eau si faiblement acidulée dissout avec tant de facilité, est une matière digne d'attention, car elle forme, comme nous le prouverons plus loin, la partie constituante essentielle des matières azotées les plus répandues, telles que l'albumine des œufs, du sang et des hydropisies, le caséum, enfin la partie dominante du gluten brut des céréales.

» La solution acide de la fibrine rougit à peine le papier de tournesol; elle précipite abondamment par un excès d'acide chlorhydrique, nitrique, etc.; un grand excès d'acide dissout le précipité formé; elle se trouble par la chaleur et fournit ainsi des flocons légers; mais la totalité de la matière n'est pas ainsi précipitée: la plus grande partie reste après l'évaporation ménagée du liquide sous forme de pellicules minces, transparentes, flexibles, faiblement colorées.

» La solution acide de fibrine précipite abondamment par l'addition d'une dissolution des réactifs suivants, bichlorure de mercure, prussiate de potasse, tannin.

» Examinée avec l'appareil de M. Biot, elle dévie à gauche les rayons de la lumière polarisée; l'indice de rotation est toujours peu considérable, même dans un tube très-long, car les solutions sont toujours très-peu chargées de substances. Comme le principe soluble de la fibrine qui n'est pas la gélatine est identique avec la matière dominante de l'albumine de l'œuf, je propose pour cette substance pure le nom d'*albuminose*.

» La solution acide de fibrine contient-elle uniquement de l'albuminose? Évidemment non; en effet, nous avons vu que la fibrine brute renfermait de la gélatine, et voici une expérience qui établit la solubilité de la gélatine dans le même dissolvant acide.

» Si l'on prend de l'icthyocolle en feuilles ou les membranes formant la vessie natatoire de l'*Acipenser Huso;* si l'on place cette membrane sèche dans

de l'eau acidulée avec demi-millième d'acide chlorhydrique; si l'on expose le tout à une température de 20° environ; le membrane se gonfle, se divise, se dissout pour la plus grande partie. Si l'on filtre après douze heures d'action, on obtient une dissolution qui, par un refroidissement de quelques degrés, se prend en une gelée consistante d'une transparence parfaite et ayant à peine une saveur acide.

» Cette expérience démontre qu'il existe deux principes dans la fibrine brute que l'eau très-faiblement acidulée peut dissoudre, la gélatine et l'albuminose; la solution acide de fibrine contient ces deux principes.

» Cette expérience prouve également la préexistence de la gélatine dans les tissus animaux, à moins qu'on ne veuille admettre que l'eau, dont l'acidité est assez faible pour rougir à peine le tournesol et pour n'être pas sensible au goût, suffise pour opérer à la température ordinaire cette transformation qu'on a admise jusqu'ici.

» *Action des divers acides dilués sur la fibrine.* — L'acide chlorhydrique extrêmement dilué n'est pas le seul acide qui exerce une action dissolvante sur la fibrine. Nous avons essayé comparativement des dissolutions tenant un demi-millième d'acides lactique, acétique, sulfurique, nitrique, phosphorique et chlorhydrique, et nous avons vu que dans toutes ces dissolutions, la fibrine se gonflait de même et se dissolvait en partie; mais l'action dissolvante est plus rapide et plus complète dans la dissolution chlorhydrique que dans les autres dissolutions acides : il n'en est pas moins établi que ce n'est pas une action spéciale à l'acide chlorhydrique extrêmement dilué, qu'elle s'étend encore aux autres acides au même degré de dilution, même à ceux qui précipitent les dissolutions albumineuses en formant avec elles des combinaisons insolubles.

» *Gluten.* — Si l'on place du gluten extrait du froment dans de l'eau contenant de un demi à deux millièmes d'acide chlorhydrique, il se divise, se dissout peu à peu, et l'on obtient par la filtration une liqueur limpide, qui se comporte absolument comme la solution acide d'albuminose. Elle se trouble de même par l'ébullition, elle précipite de même par les acides chlorhydrique, nitrique, etc.; le précipité se redissout encore dans un grand excès des mêmes acides. Elle précipite par le bichlorure de mercure, par le prussiate de potasse et par tous les corps qui précipitent l'albumine.

» Le pouvoir rotatoire de cette substance est exactement le même que celui de l'albuminose de la fibrine, elle dévie les rayons dans le même sens; l'intensité de la déviation est beaucoup plus marquée : la solution peut, en

effet, contenir une proportion pondérale de substance active beaucoup plus considérable, car on ne trouve pas dans le gluten brut cette substance que nous avons nommée épidermose, qui emprisonne l'albuminose dans les mailles de la fibrine, et qui ne permet pas d'obtenir alors des solutions concentrées d'albuminose.

» *Albumine du sang et des œufs.* — Si l'on prend du sérum du sang, si on le délaye dans de l'eau contenant un ou deux millièmes d'acide chlorhydrique (en quantité suffisante pour maintenir un très-léger excès d'acide), on obtient une dissolution qui se comporte absolument comme la solution acide de l'albuminose de la fibrine, qui exerce sur la lumière polarisée la même déviation à gauche, comme M. Biot l'avait déjà remarqué. Si l'on délaye dans de l'eau pareillement acidulée de l'albumine de l'œuf, il se sépare des membranes qui ne sont point attaquées par ce dissolvant, et il se dissout une substance que nous avons déjà étudiée sous le nom d'*albuminose*, ou matière albumineuse pure.

» *Caséum.* — On prit du lait caillé après quarante-huit heures de conservation, on en sépara avec soin la crème; le caséum fut jeté sur un filtre et parfaitement lavé à l'eau froide; on le délaya encore humide dans de l'eau contenant un demi-millième d'acide chlorhydrique. Au bout de quelques heures tout le caséum était dissous, il ne restait que quelques traces de matières grasses qui troublaient la transparence de la liqueur, qui fut filtrée. On obtint un liquide limpide très-faiblement acide, qui présentait tous les caractères de la solution d'albuminose: il précipitait comme elle par les acides chlorhydrique et nitrique; les précipités se redissolvaient dans les acides concentrés; il précipitait également par le bichlorure de mercure, par le cyanure ferroso-potassique. J'ai examiné également le pouvoir rotatoire de ce liquide, j'ai encore observé qu'il déviait à gauche les rayons de lumière polarisée.

Conclusions.

» Les deux conséquences les plus importantes qui découlent des faits précédemment exposés, sont les suivantes :

» 1°. La fibrine exempte de matières grasses est composée de trois principes immédiats en proportions variables; une matière identique avec l'albumine pure, non coagulée, pour laquelle je propose le nom *d'albuminose*. Cette albuminose liquide est emprisonnée dans le réseau d'un tissu composé de

gélatine et d'un principe présentant toutes les propriétés de la formation épidermique, pour lequel, pour cette raison, je propose le nom *d'épidermose.*

» Je n'insisterai pas ici sur les conséquences qui découlent de cette composition complexe de la fibrine, je me contenterai de faire remarquer que voilà deux principes fondamentaux des tissus des animaux, la gélatine et l'épidermose, dont on n'admettait pas l'existence dans le sang, et qui se trouvent dans ce fluide.

» 2°. Le principe fondamental qu'on trouve dans l'albumine de l'œuf, dans le sérum du sang, dans le gluten des céréales, dans le caséum du lait des animaux est toujours identique: c'est de l'albuminose, mélangée ou combinée, soit avec des matières terreuses, phosphate de chaux et de magnésie, soit avec des sels alcalins, soit avec des matières grasses, qui en masquent les propriétés essentielles. Vient-on, par une proportion vraiment inappréciable d'acide, à détruire cette combinaison éphémère, la solution d'albuminose se présente alors avec des propriétés identiques, réactions chimiques exactement pareilles, action sur la lumière polarisée s'exerçant dans le même sens, déviation à gauche constante, et dont l'énergie est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la quantité pondérale de substance dissoute. »

M. Gondret adresse une Note relative à l'emploi thérapeutique de la flamme.

« La flamme d'une allumette en bois ou en papier étant instantanément appliquée sur la peau, produit une douleur assez vive qui s'évanouit aussitôt qu'elle a été produite.

» Presque toujours cette application dissipe assez promptement la douleur rhumatismale, goutteuse ou d'une autre espèce. Ce remède soulage immédiatement dans les différentes asphyxies, en attendant les autres remèdes appropriés à chacune d'elles. Plusieurs fois aussi j'ai plus ou moins complétement dissipé les douleurs et les contractions convulsives de l'*aura epileptica;* par ce moyen j'ai empêché ou considérablement retardé l'invasion de l'accès épileptique. »

Dans la Lettre qui accompagne sa Note, M. Gondret prie l'Académie de vouloir hâter le travail des Commissaires chargés de faire un rapport sur un Mémoire qu'il a précédemment adressé relativement à la pression atmosphérique.

La Commission chargée de l'examen du Mémoire de M. Gondret étant

devenue incomplète, M. Despretz est désigné pour y remplacer feu M. Savart.

M. **François** écrit relativement à la présentation qui a été faite, dans la séance du 29 novembre 1841, d'une lentille à échelon destinée à servir d'appareil de combustion dans les cours de physique. « Cette lentille, dit M. *François*, a été construite et présentée par moi, et c'est par erreur que le nom de mon beau-frère, M. Soleil fils, a été prononcé en place du mien. »

M. **Boquillon** écrit qu'il a depuis longtemps présenté à l'Académie un *régulateur des gaz d'éclairage* construit sur le même principe que celui que M. Rigollot a fait fonctionner dans la séance précédente.

« C'est le principe, ajoute M. Boquillon, que MM. *Cavaillé-Coll* appliquent, avec un succès si remarquable, aux puissantes souffleries de leurs belles orgues. Ce principe, que j'ai consigné dans mes brevets d'invention, et dont je pourrais déjà citer un bon nombre d'applications très-diverses, est tellement fécond, qu'on fait en ce moment des essais pour l'employer comme moyen de régulariser la dépense de l'air comprimé agissant comme moteur. »

Cette Lettre est renvoyée à la Commission chargée de faire le rapport sur le régulateur de M. Rigollot.

M. **Donné** prie l'Académie de vouloir bien renvoyer à l'examen de la Commission qui a été chargée de faire un rapport sur un Mémoire de M. *de Romanet* relatif à la composition du lait, un Mémoire sur le même sujet, qu'il a lu dans la séance du 16 septembre 1839.

(Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. de Romanet.)

M. **Faure** adresse une Note sur une modification qu'il propose pour l'*opération du bec de lièvre*.

M. **Muller** prie l'Académie de hâter le travail des commissaires à l'examen desquels a été renvoyé un instrument de mathématiques présenté par lui l'an dernier, et qu'il désigne sous le nom de *pantoscale*.

M. **Perreaux**, qui avait présenté, au mois de mars dernier, le modèle

d'un *bateau sous-marin,* annonce qu'il est prêt à faire, en présence de la Commission qui a été alors nommée, des expériences sur un bateau construit dans des dimensions convenables.

M. **Durand** demande l'autorisation de reprendre diverses communications sur lesquelles il a été fait un Rapport dans la séance du 6 juin dernier.

La Commission qui a fait le Rapport sera consultée touchant cette demande.

A quatre heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Prix fondé par* M. DE **Lalande**. (Rapport sur le concours de l'année 1841.)

(Commissaires, MM. Arago, Bouvard, Damoiseau, Liouville, Mathieu rapporteur.)

« La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner cette année la médaille fondée par Lalande pour être donnée à l'astronome qui aura fait une observation importante ou un travail utile aux progrès de l'astronomie. »

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

ERRATA. (Séance du 13 juin.)

Page 881, ligne 9, M. Double, *décédé* le 12 mai, *lisez* le 12 juin.
Page 892, ligne 5 en remontant, dans la séance du 3 mai, *lisez* du 30 mai.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 24; in-4°.

Mémoire sur la valeur des Engrais; par M. le comte DE GASPARIN. (Extrait des *Mémoires de la Société royale et centrale d'Agriculture.*) In-8°.

Recherches sur la cause des phénomènes électriques de l'atmosphère et sur les moyens d'en recueillir la manifestation; par M. PELTIER; Paris, 1842; in-8°.

Du Strabisme; par M. A. VELPEAU; in-8°.

Anatomie microscopique; par M. MANDL; 7e livraison (1re série, 3e livraison), nerfs et cerveau, 2e partie; Paris, 1842; in-folio.

Programme des prix proposés par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, pour être décernés de 1842 *à* 1847; in-4°.

De l'état actuel de la culture du Tabac dans le département de Lot-et-Garonne, et de la prompte nécessité de remédier à ses souffrances; par M. J.-T.-A. FABRE; Paris, 1842; in-8°.

De la nécessité d'introduire une réforme générale dans la fabrication des instruments d'agriculture en France; par le même; in-8°.

Mémoires et observations présentés aux lords commissaires de l'amirauté anglaise, sur l'usage des tissus nautiques ou Toiles à voiles en coton de la fabrique rouennaise de La Roche et Lelong, importés et patentés en Angleterre; in-4°.

Voyage dans l'Inde; par V. JACQUEMONT, 40e et 41e livraison; in-4°.

Journal d'un Voyage dans la Turquie d'Europe; par M. VIQUESNEL; in-4°, avec carte.

Société royale et centrale d'Agriculture... Bulletin des séances, Compte rendu mensuel; par M. SOULANGE-BODIN; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; juin 1842; in-8°.

Journal des Usines; mai 1842; in-8°.

Bibliothèque Universelle de Genève; juin 1842; in-8°.

Études sur l'Homme; par M. QUETELET; Bruxelles, 1842; in-8°.

Lettres au professeur M. SERRE, de Montpellier, *sur l'emploi des verres de lunettes dans le traitement de quelques affections oculaires; par* M. F. CUNIER; Bruxelles, in-8°.

Trattato... *Traité du calcul des Résidus,* 1er et 2e Mémoires (Extrait du *Giornale arcadico,* tomes LXIII et LXVII); *par* M. BARNABÉ TORTOLINI; in-8°.

Memorie... *Mémoires sur l'application du calcul des résidus à l'intégration des équations linéaires aux différences finies*, 1er et 2e Mémoires; *par* le même; Rome, 1842; in-8°.

Sulla... *Sur la quadrature de l'Ellipsoïde à trois axes inégaux; par* le même (Extrait du *Giornale arcadico*, tome LXXVIII); in-8°.

Sopra... *Sur les transformations et les valeurs de quelques intégrales définies qui se rapportent à la superficie et à la solidité des volumes*, 2e Mémoire; *par* le même; in-8°.

Sopra... *Sur quelques applications de la Méthode inverse des tangentes; par* le même; in-8°.

Sui limiti... *Sur les limites de quelques expressions imaginaires; par* le même; Rome, 1841; in-8°.

Analisi... *Recherches analytiques concernant quelques questions de Physique mathématique* (Extrait du *Giornale arcadico*, tome LXII); *par* le même; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 25.

Gazette des Hôpitaux; n° 71 à 73.

L'Expérience; n° 259.

L'Écho du Monde savant; nos 738 et 739.

L'Examinateur médical; n° 25.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — MAI 1842.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT du ciel à midi.	VENTS à midi.
Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
752,25	+16,2		752,78	+17,2		752,71	+18,7		753,96	+15,0		+18,9	+13,2	Pluie	S. O.
754,34	+15,9		753,54	+20,3		752,78	+21,0		753,69	+16,2		+23,5	+11,4	Beau, quelq. nuag. à l'hor.	N. E.
754,96	+13,3		754,66	+17,4		754,45	+18,3		755,14	+14,2		+19,5	+ 8,0	Beau	N. O.
755,35	+13,6		755,34	+13,8		754,77	+16,3		755,54	+10,3		+16,8	+ 9,0	Couvert	O.
756,02	+15,8		755,22	+19,2		754,04	+17,9		751,98	+12,2		+20,0	+ 4,3	Nuageux	S.
746,36	+14,0		745,95	+15,6		745,90	+14,9		747,51	+11,4		+17,0	+10,9	Très-nuageux	O. S. O.
748,92	+11,0		746,84	+14,8		745,44	+18,7		755,17	+13,5		+20,2	+ 7,6	Couvert	S. O. fort.
748,64	+13,9		749,41	+13,9		750,15	+15,9		752,36	+11,9		+17,8	+ 9,1	Couvert	S. O. fort.
756,66	+13,4		756,92	+14,0		757,28	+12,8		759,87	+ 8,4		+15,8	+ 7,1	Couvert	O.
762,38	+12,3		762,26	+14,4		761,49	+15,9		760,87	+10,7		+17,9	+ 4,0	Couvert	N. O.
758,08	+14,1		756,13	+17,2		754,36	+19,6		753,14	+14,9		+20,1	+ 5,1	Beau	S. S. E.
753,59	+10,1		754,61	+ 9,8		755,27	+ 9,8		756,77	+ 9,6		+10,4	+ 9,1	Couvert	N. O
758,43	+11,0		758,07	+14,8		757,59	+17,6		759,24	+12,5		+18,2	+ 8,6	Éclaircies ⊙	N. O.
760,62	+14,2		760,19	+18,6		759,87	+20,6		761,48	+16,7		+21,3	+ 7,0	Vapeurs épaisses	N. N. O.
763,14	+14,1		762,69	+16,4		762,54	+17,6		763,09	+13,2		+19,0	+10,0	Très-vaporeux ⊙	N. O.
761,93	+16,5		760,98	+19,7		759,64	+23,2		759,64	+17,4		+24,0	+11,6	Très-vaporeux ⊙	N. N. E.
759,33	+14,8		758,35	+18,4		757,06	+19,9		759,00	+14,5		+20,5	+10,1	Très-vaporeux ⊙	N. N. E.
755,72	+12,8		754,62	+17,6		753,19	+20,3		754,50	+15,8		+21,0	+10,0	Très-vaporeux ⊙	N. E.
751,28	+14,5		750,11	+19,7		749,14	+21,6		750,82	+13,2		+24,0	+ 9,8	Beau	N. E.
752,58	+13,5		752,58	+16,4		752,17	+18,4		752,67	+12,0		+20,0	+ 7,8	Nuageux ⊙	N. E.
752,84	+17,4		752,12	+20,4		751,09	+21,8		752,05	+14,6		+22,9	+ 7,3	Beau	S. O.
753,30	+12,4		752,85	+15,2		751,95	+18,0		752,81	+12,8		+18,6	+10,4	Couvert	O. S. O.
754,63	+16,8		754,47	+20,0		754,01	+20,8		753,76	+15,5		+21,2	+ 7,9	Très-nuageux ⊙	S. S. O.
752,68	+11,8		753,11	+14,1		752,35	+17,4		753,89	+11,7		+19,0	+11,5	Couvert	O. N. O.
755,98	+17,2		755,84	+19,3		755,38	+19,2		755,71	+13,9		+20,2	+ 7,1	Très-nuageux ⊙	S. O.
754,98	+19,7		754,70	+20,3		753,91	+21,0		755,06	+17,0		+23,9	+ 7,9	Couvert	S.
756,69	+18,6		756,69	+20,0		756,18	+22,2		756,23	+15,4		+23,0	+14,0	Couvert	O. S. O.
757,09	+16,5		757,62	+14,2		757,75	+18,2		760,14	+14,0		+21,6	+11,2	Pluie abondante, tonnerre	N. O.
760,77	+15,9		759,98	+19,2		758,98	+20,0		758,08	+15,8		+22,3	+ 7,7	Vaporeux ⊙	S. S. E.
757,83	+22,0		757,45	+24,4		757,83	+21,8		760,67	+17,3		+25,9	+11,2	Couvert, quelq. éclaircies.	O. S. O.
760,81	+17,1		761,28	+15,7		761,07	+17,8		762,22	+14,2		+19,0	+12,2	Pluie	N. O.
753,59	+13,9		753,29	+16,1		748,80	+17,0		754,11	+12,6		+18,7	+ 8,5	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
757,47	+13,6		756,83	+15,9		755,68	+18,9		751,23	+13,2		+19,8	+ 8,9	... Moy. du 11 au 20	Cour. 2,413
756,15	+15,1		756,00	+18,1		755,45	+19,9		756,88	+14,7		+21,5	+ 9,8	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 2,111

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches générales sur la physiologie et l'organogénie des végétaux* (2e et 3e partie); *par* M. GAUDICHAUD. (Extrait par l'auteur.)

« Un voyage long et pénible, une santé toujours languissante et de trop nombreuses occupations m'ont empêché d'achever les études organographiques, physiologiques et organogéniques que j'ai entreprises, et dont les bases sont arrêtées depuis 1833.

» Ces motifs, joints à l'importante publication de la partie botanique du voyage de *la Bonite*, qui m'a été confiée par M. le Ministre de la Marine, me mettent même dans la nécessité d'attendre que cet ouvrage ait paru, pour donner la fin (la 3me partie) de mon travail sur l'organographie.

» Qu'il me soit permis, toutefois, de faire connaître ici, dans un résumé succinct, le plan que j'ai adopté dans tout le travail, la marche que j'ai suivie et les résultats que ces recherches semblent promettre à la science.

» Dieu, après avoir créé le monde, a voulu le féconder d'éléments di-

vers. De sa main puissante il a répandu des germes infinis, végétaux et animaux, qui sont allés peupler la terre et les eaux, depuis le sommet des plus hautes montagnes jusqu'aux plus grandes profondeurs des mers.

» Toutes les puissances intellectuelles des temps anciens et modernes s'accordent à penser que les végétaux ont précédé les animaux, que la terre était couverte des premiers avant l'apparition des seconds, ce que d'ailleurs la théologie nous a transmis d'âge en âge, dans l'histoire des sept époques ou divines journées de la création.

» Les philosophes de notre temps, les uns en prouvant que l'homme n'a pas laissé de vestiges dans les terrains primitifs, et les autres que les végétaux les plus simples ont précédé les végétaux les plus composés, sont venus de nos jours donner la consécration de la science aux grandes époques créatrices des premiers âges.

» Chaque siècle amène ses progrès, et chaque progrès de l'esprit humain est une preuve nouvelle à l'appui des vérités éternelles.

» La physiologie, comme tout ce qui est, date donc de la création. Les hommes de tous les temps ont dû s'en occuper. Et pourtant, qu'est-ce encore aujourd'hui que la physiologie? Malgré les efforts de tous les hommes qui y ont consacré leur vie, leurs veilles et leur génie, quels en sont les éléments, les principes, les bases et même les vérités bien démontrées?

» Telles sont, messieurs, les questions que je me suis faites dès mon entrée dans le domaine des sciences, dans celui de la zoologie d'abord et de la phytologie ensuite.

» Forcé par les circonstances, par mes goûts et aussi par le besoin de me restreindre à une spécialité, je me suis voué tout entier à l'étude des plantes. L'Académie sait quels sont les efforts et les sacrifices que j'ai faits pour arriver à quelques résultats utiles, et elle m'en a dignement récompensé.

» Elle a connaissance aujourd'hui du plan que j'ai formé et des deux premiers chapitres de mon travail. Le troisième, terminé en très-grande partie, l'est depuis longtemps pour moi, dans ma pensée; mais cela ne suffit pas: il faut, pour le présenter avec quelques chances de le faire adopter, l'entourer de preuves aussi nombreuses et aussi concluantes que celles qui ont été données à l'appui des deux premiers chapitres.

» Ces preuves sont évidentes pour moi, mais elles ne seraient peut-être pas assez démonstratives pour tous, surtout pour ceux qui sont disposés à faire de l'opposition systématique, ou qui ont intérêt à soutenir des idées contraires aux miennes.

» Le temps m'a manqué pour réunir, dessiner, vérifier et décrire les faits nombreux destinés à étayer mes théories; mais ces théories sont arrêtées et ne sont que l'expression des résultats obtenus.

» En attendant que je puisse achever cette partie de mon travail sur l'organographie, je vais jeter par anticipation un premier coup d'œil sur les deux autres divisions générales, la physiologie et l'organogénie des végétaux, afin de montrer le cadre que j'ai formé jadis et d'indiquer la plupart des matériaux que je dois employer et les résultats que j'ai obtenus.

» Cette manière de procéder n'est pas, je le sais, conforme aux usages de l'Académie, usages qui veulent avant tout qu'on arrive avec des faits démontrés et des théories appliquées à ces faits; mais je la crois utile dans ce cas; et si l'Académie daigne remarquer dans quel état se trouve aujourd'hui la physiologie des végétaux, et se rappeler que j'ai entrepris des recherches générales destinées à éclairer cette branche si importante de la science, elle me pardonnera la précaution que je prends de préparer les esprits à recevoir mes théories, de remuer pour ainsi dire le terrain avant de lui confier les germes nouveaux que je voudrais y voir croître; et si elle veut bien m'honorer d'un peu d'attention, elle reconnaîtra peut-être que ce premier aperçu, tout superficiel qu'il est, n'est cependant pas totalement dépourvu de vues nouvelles, de faits importants pour la science.

De quelques idées générales sur la physiologie et l'organogénie végétales.

» Lorsqu'en avril 1835 j'ai déposé à l'Académie des Sciences un travail sur l'organographie végétale (1), j'ai annoncé que j'avais fait aussi des recherches sur la physiologie et l'organogénie du même règne, et que je ferais successivement connaître les données générales que j'avais recueillies sur ces parties.

» Alors, comme aujourd'hui, j'étais intimement convaincu de la vérité et de l'importance de ces principes, nouveaux pour la plupart, et je pensais qu'il suffirait de les faire entrevoir pour qu'ils fussent à l'instant adoptés.

» Je m'abusais, toutefois. L'expérience m'a démontré que, dans les sciences, ce n'est pas tout de multiplier d'heureuses et bonnes observations, et d'en déduire ensuite les théories qui en découlent naturellement; mais qu'il

(1) Voyez *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. I, p. 522.

faut avant tout apporter les résultats positifs de ces observations et tous les éléments des théories arrêtées.

» Je pense, du moins en grande partie, avoir atteint ce but, quant aux principes généraux d'organographie qui forment la première section de mon travail. J'ai déposé au Muséum d'Histoire naturelle, dans les galeries de botanique, toutes les pièces qui peuvent éclairer et peut-être même résoudre les principales questions qui se rattachent à ce sujet.

» Ces matériaux, qui doivent servir de base aux théories que j'ai aussi adoptées dès ce temps pour la physiologie et l'organogénie, me semblent pourtant, vu l'état des idées sur ce point, ne pas être suffisants pour des démonstrations sans réplique, comme il en faut en pareille matière.

» J'ai donc entrepris de nouvelles séries d'expériences. Mais comme la moindre expérience en physiologie végétale demande souvent des années, et que les résultats que j'ai tout lieu d'espérer peuvent encore se faire longtemps attendre, je viens demander à l'Académie la permission de lui présenter, sous le simple titre de *probabilités* et de *suppositions*, quelques principes généraux qui pourront n'être pas sans fruit pour la physiologie et l'organogénie générales, que je tâcherai plus tard de traiter avec tous les détails nécessaires, c'est-à-dire avec tout l'ensemble des expérimentations.

» Le travail soumis dès l'époque précitée au jugement de l'Académie, offrait le résumé de mes premières recherches sur l'organographie et l'anatomie générales des dicotylédones et des monocotylédones, il fut jugé digne de partager le prix de physiologie expérimentale fondé par feu M. de Montyon.

» Adoptant provisoirement les noms de organographie, physiologie et organogénie, ou mieux, organogénésie, qui sont aujourd'hui généralement admis dans la science, j'ai divisé mon travail en trois parties principales désignées par ces mêmes noms. J'ai ensuite subdivisé chacune de ces parties en trois autres, traitant de l'un des trois grands groupes végétaux établis dans le *Genera plantarum* du célèbre Antoine-Laurent de Jussieu, c'est-à-dire les dicotylédones, les monocotylédones et les acotylédones.

» Ce Mémoire agitait, en résumé, la question de l'organographie comme je la comprends, et spécialement celle des dicotylédones et des monocotylédones; il parlait en termes très-généraux, de leur anatomie, de leurs modes divers d'accroissement et des forces qui président à quelques-unes de leurs fonctions.

» Avant de communiquer à l'Académie le résultat de mes recherches sur les acotylédones, recherches qui, quoique nombreuses, sont loin encore d'être complètes, même pour mes convictions propres, je vais dire un premier mot sur la physiologie et sur l'organogénie, qui, d'après l'ordre établi, doivent former la seconde et la troisième partie générale de mon travail, parties qui seront traitées à fond plus tard, dans l'ordre que j'ai adopté pour l'organographie.

» La physiologie végétale peut-elle être comparée à la physiologie animale ? Je ne le pense pas. Dans les animaux les plus complets, et peut-être dans tous, il y a des organes très-prononcés dont le mécanisme est aujourd'hui parfaitement connu, mais dont les fonctions, il faut bien le dire, le sont beaucoup moins.

» Ainsi il y a un cœur, des artères et des veines pour la circulation du sang; des poumons pour la respiration; un estomac et des intestins pour la digestion; un cerveau et des nerfs pour la pensée et les sensations. Des siècles d'expériences ont dévoilé la nature et les relations de ces organes et de leurs fonctions.

» En a-t-il été ainsi pour la physiologie végétale ? et ne sommes-nous pas même encore réduits à nous demander quels sont les organes dans les végétaux, et de quelle nature en sont les fonctions ?

» Peut-on dire qu'il y a dans les végétaux des fonctions physiologiques sans qu'il y ait en même temps fonctions organogéniques, et conséquemment organographiques ? Ces distinctions pompeuses généralement adoptées, et que j'ai moi-même été forcé d'admettre provisoirement, ne sont-elles pas gratuites et désormais vides de sens ?

» Peut-on dire quelle est la fonction qui commence la première (1) ? En admettant que ce soit la physiologie, que je nommerais de préférence physiogénie, peut-on dire où elle commence et surtout où elle finit, où est le point de départ de l'organogénie et de l'organographie (2) ? Ne sont-ce pas trois parties d'un même tout, dépendantes les unes des autres, mais

---

(1) La physiologie ne peut s'entendre que des fonctions organiques; or, pour qu'il y ait fonction, il faut de toute nécessité qu'il y ait organe. Donc, à ce compte, l'organogénie serait le premier effet organisateur après la combinaison des éléments primitifs : *carbone, oxygène, hydrogène, azote,* etc.

(2) En modifiant ce nom, je lui donnerai pour valeur la composition organique ou anatomique des parties végétales. Je réserverai le nom de morphographie à ce qu'on nomme ordinairement organographie.

sans limites arrêtées ? des distinctions vagues qui sont de simples spéculations de l'esprit, sans fondement, et rendant mal les phases de la vie végétative qui naissent, marchent et finissent en même temps ?

» Quoi qu'il en soit, je continuerai l'exposition de mes recherches sur les phénomènes de la vie végétale dans l'ordre que j'ai primitivement adopté, quoique j'en reconnaisse d'avance l'inexactitude et l'insuffisance.

» Je tâcherai, en traitant de la physiologie, de me renfermer le plus possible dans les phénomènes généraux des fonctions des plantes, comme dans la première partie de mon travail je me suis borné à l'exposition des faits de leur organisation.

» Il en sera de même des curieux phénomènes organogéniques par lesquels je compte terminer l'exposition de ce résumé de mes recherches et de mes découvertes.

» Je vais donc, après avoir jeté en 1835 un coup d'œil général sur l'organographie végétale, examiner aujourd'hui la physiologie et l'organogénie, sans entrer toutefois dans les minutieux détails des expérimentations, et sans m'inquiéter des distinctions ou des rapports qui existent entre ces deux parties.

» La première question physiologique qui me préoccupa dans ma jeunesse, quand, guidé par mon savant maître Lefebvre de Villebrune, je me livrai à l'étude des sciences naturelles, fut celle-ci : Les principes dits immédiats ou particuliers des végétaux existent-ils tout formés dans la terre et y sont-ils puisés par les racines, ou bien sont-ils créés de toutes pièces, d'éléments puisés dans le sol, dans l'air et dans l'eau, par les organes qui les constituent et les recèlent ?

» Les champs du Brésil et du Pérou, que j'ai visités depuis dans mes voyages, nourrissant, confondus ensemble, tant de végétaux énergiques divers, fournissent-ils la strychnine aux *strichnos*, la quinine et la cinchonine aux *cinchonas*, l'émétine aux ipécacuanha (*cephaelis*), la narcotine et la morphine aux pavots, la jalapine au jalap, etc.; les gommes, les résines, le caoutchouc, la glu, les principes aromatiques, colorants, etc., aux autres végétaux ?

» Laquelle de ces deux idées fallait-il adopter : ou que les principes immédiats qui caractérisent les végétaux sont absorbés tout formés par leurs organes vivants, ou que ces principes sont sécrétés, élaborés, organogéniés par les tissus et créés par les organes ?

» Ou ces principes immédiats, primitivement formés et disséminés au sein

de la terre, sont absorbés par les racines et transmis aux organes spéciaux qui les recèlent ordinairement; ou ils sont puisés à l'état d'éléments dans le sol, dans l'eau et dans l'air, ou dans les trois à la fois. et convertis en ce que nous nommons principes immédiats par les organisations générales de chaque famille et spéciales de chaque genre, de chaque espèce.

» Pour adopter la première de ces hypothèses, il eût aussi fallu reconnaître que les principales modifications organiques résident avant tout dans les racines qui, dans ce cas, jouiraient de la puissante faculté de choisir parmi les mille et mille éléments qui caractérisent les végétaux, ceux qui leur auraient le plus convenu, et de celle de repousser au contraire tous les autres.

» Mais alors comment admettre la localisation de ces mêmes principes, qui ne sont que fort rarement distribués d'une manière égale dans toutes les parties des plantes, et qui, au contraire, se trouvent communément relégués, les uns dans les feuilles, les autres dans les diverses parties des fleurs, des fruits, des écorces, des bois et des racines elles-mêmes; comment admettre cette localisation sans supposer encore que chaque partie, c'est-à-dire chaque organisme modifié par le milieu dans lequel il est appelé à remplir ses fonctions, possède la faculté d'attirer certaines substances, et conséquemment celle d'en repousser d'autres.

» En admettant l'autre hypothèse, il fallait supposer que chaque famille naturelle végétale avait son organisation générale propre, plus ou moins modifiée dans chaque genre, dans chaque espèce, comme dans chacun de leurs organes. C'est ce que j'ai fait (1), après avoir reconnu toutefois que dans un très-grand nombre de végétaux, outre l'aspect général et la disposition des organes, aspect et disposition qui sont si remarquables dans certains groupes, il y a encore des caractères anatomiques constants dans la composition des tissus.

» Longtemps avant que je connusse le curieux et savant ouvrage du célèbre Goethe sur les métamorphoses des plantes, j'avais reconnu, avec M. de Candolle et la plupart des botanistes français et étrangers, l'analogie qui existe entre les différentes parties dites appendiculaires des végétaux, dont j'avais suivi avec une sorte d'admiration les phases si diverses d'accroissement et de transformation.

» A ce sujet, je dirai en passant que le nom de métamorphose tel que nous

---

(1) *Archives de Botanique*, décembre 1833, p. 18.

le concevons aujourd'hui pour les animaux ne peut, selon moi, être applicable aux transformations des appendices foliacés des végétaux. Dans les métamorphoses des animaux il y a changement complet d'état, de nature. Quand le papillon, par exemple, passe de l'état d'œuf à celui de chenille, il se dépouille de sa coquille; la chenille qui en résulte, en passant à l'état de chrysalide, et la chrysalide à celui de papillon, perdent également leurs enveloppes organisées. Or, rien de tout cela n'arrive dans les métamorphoses des plantes; loin qu'il y ait soustraction de parties organisées quelconques, il y a au contraire, en général du moins, accroissement, modification et complication organique dans les tissus comme dans les fonctions vitales et dans les résultats, sans qu'il y ait déperdition de parties, si ce n'est dans quelques cas rares, comme celui d'émission de pollen, lorsque certaines étamines toutes formées passent néanmoins encore à l'état de pétales après avoir donné leur poussière fécondante. C'est une des mille raisons qui m'ont fait considérer tous les appendices foliacés comme des êtres originairement similaires, mais dans des états divers d'organisation et de développement.

» Ces miraculeuses transformations ou métamorphoses, vulgairement et si improprement regardées comme des monstruosités, ont été pour moi des sources inépuisables d'études et d'admiration. A elles seules, en effet, elles résument dans un fort petit cadre tous les phénomènes de la vie végétative, ainsi que je chercherai à le démontrer. Mais, avant tout, qu'il me soit permis d'énumérer quelques-unes des métamorphoses que j'ai le plus étudiées afin d'en établir une sorte de classification provisoire dont je tirerai plus tard quelque utilité d'application (1).

» Après j'aborderai la question des causes qui produisent ces transformations.

» Je résumerai ainsi les principaux types de métamorphoses :

» 1°. Calices en feuilles : ces transformations sont partielles ou générales dans beaucoup de végétaux; dans la rose particulièrement. Elles sont constamment partielles dans le *mussenda frondosa* et dans plusieurs autres espèces de ce genre;

» 2°. Pétales en feuilles;

» 3°. Pétales irréguliers en pétales réguliers : pélories;

---

(1) Depuis que ces Notes sont faites, M. Moquin-Tandon a publié un excellent livre où tout ce qui est connu sur les métamorphoses et modifications des parties végétales a été convenablement énuméré et souvent expliqué.

» 4°. Étamines en pétales : roses, pavots, escholtia, etc.;
» 5°. Étamines en ovaires ou carpelles : pavots, polémoines;
» 6°. Carpelles séparés ou convertis en feuilles : oranger;
» 7°. Ovules en feuilles, etc.;
» 8°. Écailles en feuilles et feuilles en écailles, etc.;
» 9°. Écailles en pétales;
» 10°. Bractées en pétales;
» 11°. Feuilles, états divers, feuilles en fruits;
» 12°. Folioles en fleurs, en fruits, en sporange.
» La rose résume à elle seule toutes ces modifications.

» Cet exemple est connu de tout le monde, et il suffira de rappeler que la rose sauvage, l'églantier, n'a, dans son état naturel, que cinq pétales, pour rappeler aussi à l'esprit de tous, la rose double, dite à cent feuilles, la plus belle de toutes les métamorphoses.

» Viennent ensuite les roses prolifères, c'est-à-dire celles qui renferment plusieurs fleurs dans le même calice, celles dont les cinq lobes du calice se changent en feuilles, et les étamines en pétales, ce qui est le cas le plus ordinaire; celles enfin où toutes les parties de la fleur, les lobes du calice, les pétales, les étamines, les pistils, les ovaires et les ovules se transforment, les unes en pétales, les autres en feuilles, ou même tous en feuilles, ce que j'ai rencontré plusieurs fois.

» On sait que certains œillets, *lychnis, bellis,* etc., sont, à peu de chose près, dans le même cas.

» Ainsi que chaque partie de la fleur, la feuille, organe principal de la végétation, se modifie parfois, tantôt par défaut, et alors elle se réduit à l'état d'écaille souvent fort petite, tantôt par excès, en passant de l'état d'écaille à celui de feuille, de carpelle, de fruit.

» Le calice passe à l'état de feuille dans le rosier, le *mussenda frondosa* et quelques autres espèces du même genre. Dans le dernier cas cité, la transformation en est partielle et généralement réduite à un seul lobe; ce qui arrive aussi, mais plus rarement dans le premier.

» Ainsi donc les écailles des bourgeons, les lobes des calices (dont l'organisation diffère peu de celle des écailles), et les pétales peuvent dans certaines circonstances se convertir en feuilles. Il en est de même des carpelles et des ovules; et les pétales qui proviennent des étamines sont aussi parfois soumis aux mêmes métamorphoses.

» Mais les étamines sont de tous les organes ceux qui jouissent au plus

haut degré de la faculté de se transformer, faculté qu'elles doivent sans doute à la simplicité de leur organisation primitive.

» Aussi les voit-on dans le plus grand nombre de cas passer à l'état de pétales, changer de couleur, de nature et de fonctions; dans d'autres cas ces organes revêtent la forme de nectaires, de disques, etc.; quelquefois encore ils se convertissent en ovaires qui se chargent d'ovules et plus tard de graines; telles sont les *papaver somniferum* et *bracteatum*, le *polemonium cœruleum*, etc.

» J'ai nommé ces dernières transformations des étamines en ovaires, ANDROGYNIES.

» J'ai souvent vu ces ovaires androgyniens qui sont généralement libres, se réunir un à un, deux à deux, trois à trois, et tous dans quelques cas, en se soudant entre eux, par les bords, avec l'ovaire naturel, central, par leur partie antérieure, et constituer ainsi un second ovaire à l'extérieur du premier pour n'en plus former qu'un seul, à deux rangs circulaires concentriques de loges. M. Adolphe Brongniart, à qui cette découverte est due, ayant fécondé quelques ovaires de ce genre dans le *polemonium cœruleum*, a obtenu des ovaires extérieurs et intérieurs des graines mûres qui ont levé.

» Dans le *papaver somniferum*, j'ai trouvé plusieurs de ces ovaires androgyniens réunis naturellement par leurs bords latéraux et ayant des ovules gymnosés. Mais j'ai vainement cherché à les féconder, puis à les greffer entre eux et sur le fruit intérieur. Les greffes n'ont eu lieu que par les sucs opiacés qui les ont détruites.

» Dans d'autres cas beaucoup plus rares, ce sont les carpelles qui se désunissent, pour former autant de fruits distincts, comme dans l'orange, le citron et spécialement dans l'espèce de ce genre qui est profondément lobée ou digitée et que les Chinois nomment pour cette cause, main de l'empereur.

» Il n'est pas rare de rencontrer des roses converties en rameaux dont toutes les feuilles ont pour origine les lobes du calice, qui d'ailleurs restent ordinairement soudés par la base, les pétales, les étamines, les pistils et les ovules conservant tous encore quelques traces de leur première origine.

» Mais tout le monde connaît ces sortes de métamorphoses, ainsi que celles des œillets qui renferment souvent les unes dans les autres plusieurs fleurs munies de leurs calices; et tous les botanistes ont plus ou moins complétement étudié ces transformations sous le rapport organographique. J'ai pensé toutefois qu'il était bon de les indiquer ici et de rappeler que le pavot, par exemple, offre communément deux sortes de modifications dans

ses étamines : 1° celles qui se transforment en pétales plus ou moins foliacées : cas ordinaire; 2° celles qui se transforment en ovaires plus ou moins complétement chargés d'ovules: cas rare.

» J'ai dû mentionner les expériences infructueuses que j'ai faites pour souder (greffer) ces ovaires androgyniens fécondés, à l'ovaire naturel, intérieur, afin de signaler cette tentative aux expérimentateurs qui pourraient rencontrer le même phénomène et tenter de nouveau et plus heureusement la fécondation et la greffe. Ce sera par approche seulement qu'il faudra opérer.

» Le cas le plus remarquable de cette conversion des étamines en ovaires fertiles, et de l'application par soudure naturelle de ces ovaires extérieurs sur les ovaires intérieurs, est sans contredit, celui que je viens de citer et qui a été observé par M. Ad. Brongniart sur le *polemonium cœruleum*.

» Dans ce cas vraiment extraordinaire, les étamines sont naturellement et complétement changées en ovaires; ces ovaires remplis d'ovules et réunis entre eux par leurs bords latéraux, le sont aussi avec l'ovaire central par leur bord interne, de manière à former, après la fécondation artificielle, deux rangs concentriques de graines qui mûrissent et germent ensuite.

» Nous avons, pour ainsi dire, assisté, MM. Ad. Brongniart, Guillemin et moi, à la duplication de l'*eschscholtzia crocea*, cultivé depuis peu d'années, dans les parterres du Muséum. Cette curieuse papavéracée, qui n'a commencé qu'en 1833 à parer nos jardins du Muséum (et nos jardins publics) de ses belles fleurs d'un jaune rougeâtre, se multiplie de graines, et est ordinairement à fleurs simples, quadripétalées. Elle doubla, pour la première fois, dans l'été de 1834, et nous offrit des fleurs à cinq, six, sept et jusqu'à dix pétales, de plus en plus réduits vers le centre; et, plus intérieurement encore, quelques étamines, en partie métamorphosées, déroulant pour ainsi dire leurs bords, et donnant par là passage au pollen tout formé qu'elles renfermaient.

» Ce sont ces différentes parties des végétaux qui, prises dans leurs divers états de développement primitif, et suivies dans toutes leurs modifications et associations naturelles et artificielles (les greffes) conduiront à la déduction des lois qui président aux changements de forme qui s'opèrent dans les tissus, puis dans les fonctions de ces tissus diversement modifiés, et à tenter, d'après ces études, et avec elles, une classification physiologique de tous les faits connus.

» Après l'étude des métamorphoses qui arrivent dans les corps dits appendiculés des végétaux, viennent tout naturellement celles qui ont lieu

dans les corps du centre des fleurs, lesquels, tout aussi appendiculaires selon nous, sont encore aujourd'hui, et bien à tort, considérés par beaucoup de botanistes physiologistes, comme des organes axifères. Je veux parler des ovaires qui deviennent des fruits, et donnent des graines.

» Les différentes sortes de fruits ont été observées, sous le rapport des fonctions physiologiques et organogéniques qui s'opèrent dans leurs différentes parties, sous l'influence des agents météoriques.

» Pour donner une idée de ce genre de travail, je citerai pour exemple les drupes, dont l'organisation est si remarquable.

» J'ai cherché quelle est la nature originelle de la pellicule épidermoïde, de la pulpe, du noyau ou coque ligneuse, dure et de l'amande ou graine munie de ses enveloppes. Pour cela j'ai étudié anatomiquement les ovaires dans leurs degrés de croissance, et les ovules dans tous leurs états de développement.

» Des dissections et des macérations m'ont fait connaître le nombre, la nature et la disposition des faisceaux vasculaires qui constituent chaque fruit. J'ai suivi jour par jour, en quelque façon, les modifications qui se sont opérées dans les différentes parties de ces tissus, et, de même, les phases du développement de l'embryon. J'ai ensuite comparé tous les drupes entre eux, et spécialement ceux de l'amandier et du pêcher, en cherchant à remonter aux causes qui produisent les différences remarquables de texture existantes entre les fruits de ces deux arbres congénères. Ces comparaisons ont été faites d'abord dans les détails de ces fruits, puis dans les généralités. J'ai donc commencé mes études comparatives de ces deux sortes de fruits:

» 1°. Par l'épiderme (épicarpe) des ovaires pris à tous les âges, jusqu'à la maturité des fruits, et j'ai procédé de la même manière pour la pulpe (mésocarpe), et pour le noyau (endocarpe).

» J'ai suivi la même marche pour les graines prises à l'état d'ovules naissants, et suivies jusqu'à l'entier développement des embryons.

» Par là, j'ai en quelque sorte assisté aux phénomènes occasionnant toutes les modifications qui ont eu lieu successivement depuis l'apparition des ovaires jusqu'à la parfaite maturité des fruits.

» Telles sont, en résumé, les questions qui m'occupent depuis longtemps, et sur lesquelles j'ai pensé qu'il serait bon d'attirer l'attention des naturalistes. J'ai osé envisager toute l'étendue de cet immense travail, mais je n'ai point eu la téméraire idée de l'entreprendre à fond et de le terminer seul. Je sais trop bien que ce n'est que par le concours et les efforts de

tous que les sciences progressent et que s'augmentent les connaissances humaines.

» Aussi, mon but ici a-t-il moins été de traiter cette question difficile, que de donner l'éveil, et, en quelque sorte, d'indiquer aux jeunes et laborieux expérimentateurs de notre temps, les directions diverses, nombreuses et peut-être nouvelles qui peuvent conduire au but où nous tendons tous, le perfectionnement de la science et l'agrandissement de l'esprit humain.

» Les sciences, quoi qu'on en ait dit, ne se bornent pas seulement à l'observation et à l'inscription des faits qui ressortent de toutes nos expériences, à la coordination et à la simple contemplation des phénomènes de la nature. Leur mission est plus noble et plus élevée : elles doivent, après la généralisation de ces faits, sans laquelle elles n'existeraient pas, se livrer à la recherche des causes cachées, mystérieuses et trop souvent introuvables qui les produisent, et tendre par là à diriger notre esprit vers la suprême intelligence qui ordonne tout l'univers.

» L'analogie d'organisation primitive des différentes parties appendiculaires des végétaux est donc suffisamment démontrée aujourd'hui par leur commune origine, par la facilité avec laquelle elles se greffent, s'unissent et se transforment, d'après certaines conditions, les unes dans les autres, pour que nous puissions dès à présent même tracer le plan des organisations diverses, et établir les lois qui président aux associations.

» Là, de nouvelles considérations scientifiques viennent s'offrir à la pensée, de nouvelles sciences, pour ainsi dire, apparaissent, se dévoilent, et nous montrent d'autres routes à suivre, d'autres récoltes à moissonner.

» La tératologie végétale est une de ces sciences ; la dynamologie en est une autre.

» En effet, outre les phénomènes tératologiques qui viennent expliquer les nombreuses associations de ces corps dits appendiculaires (1) et leurs singulières modifications et transformations, il y a des forces, des puissances immenses, infinies, dont l'action est incessante, et qui pourtant sont à peu près restées inaperçues jusqu'à ce jour; je veux parler des forces diverses qui régissent le développement des végétaux et leurs fonctions.

---

(1) « Dits appendiculaires, » parce qu'en effet il n'y a d'appendiculaire dans le phyton que le pétiole (mérithalle pétiolaire) et le limbe (mérithalle limbaire), ou les représentants de ces parties, tandis que la base (mérithalle tigellaire) est toujours en partie axifère comme on l'entend.

» Cette vérité une fois démontrée que chaque corps appendiculaire n'est en réalité qu'une partie d'un être à part, isolé dans la création (quoique généralement greffé dès cette époque dans toute sa base, chez les dicotylédones, par exemple), vivant avant tout de sa vie fonctionnelle particulière, et plus tard de cette même vie spéciale et de la vie d'association, ou vie générale qui anime les grands arbres des forêts, ces géants tératologiques continuellement, périodiquement ou annuellement vivifiés, selon les climats, par le développement partiel ou simultané de nouveaux individus, aussi variables dans leurs formes, leurs organisations, que dans leurs fonctions; individus qui, par leur superposition et l'adjonction de quelques-unes de leurs parties, viennent accroître en hauteur et en largeur la masse de ces grands arbres, et augmenter ainsi leurs forces végétatives; une fois, dis-je, cette vérité démontrée, les lois de l'organographie et de la physiologie végétales seront de beaucoup éclaircies, simplifiées et faciles à expliquer.

» La dynamogénie vient après. Je veux parler des forces qui se révèlent dans les végétaux, de celles qui président à leurs développements, à leurs fonctions, et qui sont produites par ces mêmes fonctions.

» Chez les végétaux, comme je l'ai déjà dit, il n'y a pas de cœur contractile, pas d'artères et pas de veines pour la circulation, pas de poumons pour la respiration; il n'y a ni estomac ni intestins pour la digestion, l'assimilation, la sanguification; point de cerveau, point de nerfs pour la pensée, la sensibilité, la volonté, et conséquemment point d'appareils pour la locomotion, pour la défense et la protection.

» On leur accorde des appareils de reproduction, des organes générateurs, des sexes enfin; mais aujourd'hui moins que jamais les physiologistes, tout en admettant le phénomène de la fécondation, sont d'accord sur la nature des parties qui la produisent et sur leurs véritables fonctions.

» La vie, dans les végétaux les plus compliqués, n'exige donc pas cette multiplicité d'organes qu'on reconnaît aux animaux, même aux plus simples ou aux moins bien organisés, puisqu'il est aujourd'hui complétement démontré qu'elle existe partout, dans la simple cellule isolée, dans le moindre fragment de plante, comme dans le plus grand des arbres.

» Tant qu'un végétal entier ou ses parties réduites à l'état de simples fragments, se trouvent placés dans les conditions convenables de lumière, de chaleur, d'humidité et probablement d'électricité, ils conservent la vie.

» Cette vie du végétal le plus composé comme du plus simple, et réduit

même à l'état d'embryon, de fragment d'embryon, ou même de simple cellule; cette vie, dis-je, est toujours fonctionnelle.

» Mais ces fonctions des tissus isolés ou symétriquement groupés sont variables et relatives aux degrés de combinaison ou d'association de ces tissus, et selon que les conditions précitées d'exposition à la lumière, à la chaleur et à l'humidité sont plus constantes, plus fixes, plus régulières.

» Elles sont donc ou très-actives, comme on le remarque chez les grands végétaux, chez ceux surtout qui croissent sous les tropiques; ou lentes et en quelque sorte insensibles, comme on l'observe dans certaines productions végétales à bourgeons latents, et surtout dans les embryons encore renfermés dans leurs graines, où elles sont arrêtées, mais où certainement elles ne sont pas éteintes.

» Les forces vitales ou fonctionnelles des végétaux sont donc relatives aux conditions d'organisation, d'association, ainsi qu'à toutes celles que je viens d'énumérer.

» Je vais être forcé, afin de mieux faire comprendre ces dernières propositions, de les éclairer par quelques suppositions qui forment la base fondamentale de cette partie provisoire de mon travail, suppositions qui seraient mieux nommées probabilités, et qui pour moi ont presque toute la force de vérités démontrées.

» Mais, comme je l'expliquerai à la fin de cette Notice, j'ai pensé qu'il était plus convenable de conserver à tout ce travail la forme dubitative, parce qu'elle convient mieux à son allure systématique. Ce sont des faits qui m'ont conduit à des idées théoriques, mais ce sont des idées théoriques, appuyées de quelques faits généraux, sur lesquelles je veux avant tout dire ici un premier mot pour l'intelligence même des faits particuliers qui viendront après.

PREMIÈRE SUPPOSITION.

» Je supposerai donc, 1° qu'une cellule vivante, isolée, provenant d'un végétal quelconque et soumise aux conditions qui sont le plus favorables à la végétation, peut continuer de vivre, de s'accroître, et enfin de se convertir en un végétal complet, c'est-à-dire en un embryon ou un bourgeon qui appartiendra au groupe végétal d'où provenait cette cellule, et très-exactement à la même espèce, et sera aussi du même sexe si la plante était dioïque, ce qui n'a pas lieu dans les germes qui résultent de la fécondation, lesquels, dans ce cas, sont de l'un ou de l'autre sexe, sans qu'on ait pu jusqu'ici en indiquer exactement la cause.

» Mais, même dans cette cellule génératrice placée dans les conditions les plus favorables à son existence, la vie, tout active qu'elle est, paraît lente ou arrêtée à peu près comme dans l'embryon latent de la graine desséchée. Toutefois, pour être ralentie et presque insensible, cette vie n'en marche pas moins sans cesse vers le but que lui a prescrit la nature, la conservation et la propagation de l'espèce, la perfection de son type naturel, le végétal type (la feuille, l'embryon, le phyton) dans son état le plus réduit.

» Dans cette cellule isolée, vivant indépendamment de ses congénères ou ne leur prenant au contact (endosmose) que leur portion d'humidité surabondante, la vie fonctionnelle ne s'accroît dans son liquide organisateur qu'au moyen de sa membrane, qui est chargée d'absorber les fluides nourriciers ambiants et de les élaborer.

» Cette cellule est-elle originairement simple, double ou triple? Est-elle simple d'abord, puis double, puis enfin composée d'un plus grand nombre de membranes enveloppantes? C'est ce que je ne dois pas dire maintenant, mais ce qui sera très-positivement éclairci plus tard, quand je traiterai de l'organisation des tissus divers, des ovules, des embryons et de leurs développements successifs.

» Un mouvement de rotation, de cyclose, de giration, comme on voudra le nommer, résultant sans nul doute des combinaisons qui s'opèrent, des absorptions et des exhalaisons alternatives ou simultanées, produites par la membrane, est le seul phénomène physique appréciable. Nulle autre force que celle des élaborations (combinaisons organogéniques) n'y apparaît encore.

» Supposons que cette cellule animée, fonctionnant seule, isolément, soumise à l'influence des agents extérieurs et sous la plus faible puissance organique possible, celle de la membrane cellulaire enveloppante, simple ou double, élaborant les fluides qu'elle absorbe et qu'elle recèle, aspirant quelques fluides nourriciers et les exhalant après les avoir modifiés, en s'emparant de quelques-uns de leurs principes et en leur en fournissant d'autres, tels que ceux qui résultent des combinaisons organiques et des fonctions physiologiques; supposons, dis-je, que cette cellule représente le végétal le plus simple, réduit à la condition d'œuf, et encore soumis aux seules forces physiques (1), ne donnant d'autres signes de vie que par la

(1) Les forces dites d'absorption, d'exhalation; la combinaison lente des principes organogéniques élémentaires, globules, globulins et globuligènes (ou *cambium?*) en mouvement.

dilatation de ses parois transparentes, sa turgescence toujours croissante (1) par l'agitation peut-être régulière (le mouvement) de son liquide organisateur.

» Supposons encore que ce liquide, d'abord très-rare et transparent, devient de plus en plus dense, de plus en plus opaque par l'élaboration de ses parties, par la formation successive et toujours croissante de granules, de globules (globulins, vésicules), dont le nombre, les dimensions et l'opacité s'accroissent incessamment; que les courants (forces) qui imprimaient à ces globules (vésicules) un mouvement de giration (2), se ralentissent peu à peu et finissent enfin par s'arrêter tout à fait; que, en cet état, la cellule est transparente et pleine d'un fluide condensé parsemé de globules (vésicules) également mucilagineux et demi-fluides.

» C'est le moment qui précède l'organisation des tissus et l'enfantement d'un nouvel être, le phyton simple ou composé, c'est-à-dire monocotylédoné ou dicotylédoné, ou enfin le corps reproducteur des cryptogames, qui doit être toujours dépourvu de tissus vasculaires; c'est aussi le moment où se développent les premières forces physiologiques générales (physiodynamiques) qui succèdent aux forces physico-chimiques ou organogéniques.

» Supposons en effet que c'est à cette époque de la vie végétale que

---

(1) Par force d'absorption (hygroscopicité-hydroscopicité), on entend la faculté qu'ont les tissus végétaux vivants, mis en contact plus ou moins direct avec l'humidité, de l'attirer à eux au point de s'en remplir entièrement (turgescence). Si les végétaux vivants jouissent du pouvoir de prendre et de rendre une partie de leur humidité par privation, sécheresse, chaleur, et qu'ils perdent par là une partie de leur vigueur, de leur ressort; ils possèdent aussi, au plus haut degré, la faculté de la reprendre, et cela par toutes leurs parties aériennes, par celles de leurs racines et par toutes leurs portions souterraines. Chacun a vu les jeunes plantes herbacées de nos jardins se flétrir et se coucher sur le sol par l'action d'un soleil brûlant ou par des temps secs prolongés (comme ceux du désert et des plaines arides du Chili et du Pérou), et se redresser à vue d'œil aux approches de la nuit, ou par la pluie, les arrosements, ou même par la seule présence d'un nuage ou des plus faibles vapeurs. Quelqu'un a-t-il cherché à expliquer ce phénomène si simple, cette force si puissante, qui diffère sans nul doute de la capillarité (corps inertes ou morts), de l'hygrométricité (corps organiques morts et agents chimiques) autrement que par les mots pompeux de force d'absorption, hygrométricité, hygroscopicité, mots sans significations bien déterminées? L'endosmose même rend-elle complétement compte de ce phénomène?

(2) Gaudichaud, *Ann. des Sc. nat.*, septembre 1836, p. 9.

commence l'individu cellulo-vasculaire et la réorganisation de l'espèce d'où provient la cellule, et que c'est aussi là que s'ouvre, comme nous l'allons voir bientôt, le champ des observations directes.

» Admettons pour cela, 1° que le liquide globulifère qui remplissait cette cellule, s'est concentré au point de suspendre tous ses mouvements physiques, et a fini par se solidifier en une seule masse tissulaire, dont les globules accrus (plus ou moins développés) forment les cellules;

» 2°. Que ces nouvelles cellules à leur tour, qui à l'état de globulins et de globules (vésicules, utricules, bulles) vivaient pour ainsi dire d'une vie spéciale dans un fluide organisateur au sein duquel elles se mouvaient, comme les planètes dans l'air, obéissant très-probablement jusque-là à des forces physiques (physico-chimiques), réunies maintenant et greffées les unes aux autres et ne formant plus qu'un seul corps, vont vivre d'une vie commune et générale d'absorption, d'assimilation et de transmission ou exhalation (1);

» 3°. Que le hasard et des puissances purement physiques, c'est-à-dire celles qui n'agissent que sur la matière organisatrice ne président pas seules à cette solidification du fluide cellulifère.

» En effet, ces hypothèses une fois admises, l'observateur attentif ne tarderait pas à voir: 1° que les nouvelles cellules, loin de se prendre en masse irrégulière, diffuse, obéissant à une puissance que j'appelle alors encore physiogénique, se sont symétriquement rangées en lignes parallèles, droites, régulières, où sont sans doute déjà tracés les caractères organiques de la plante-mère;

» 2°. Qu'entre ces séries de cellules naissantes au moment où elles se constituent en tissu, mais avant la solidification entière de la masse du liquide organisateur, apparaissent des sortes de canaux, de trajets ou lignes fluides, qui semblent être créés par le liquide résidu de la cellulation, et qui sont bientôt absorbés par les cellules, ou se convertissent eux-mêmes

---

(1) De même que j'ai admis qu'une cellule animée peut devenir un végétal complet, j'ai dû primitivement supposer que l'un des globules produits par cette cellule pouvait devenir l'embryon.

Mais de nombreuses raisons m'ont fait abandonner cette pensée.

J'ai cru ensuite, pendant quelque temps, que la cellule-mère pouvait bien se remplir, comme les membranes périspermoïdes, par une cellulation centripète; mais rien ne m'a permis de soutenir cette dernière hypothèse. Toutes les trois, cependant, sont à vérifier, et méritent l'intérêt des physiologistes.

en d'autres cellules de contextures diverses, généralement très-allongées, comme dans les liquides salins concentrés se forment des cristaux, d'où résulteraient les méats intercellulaires, les vaisseaux du système dit ascendant ou mérithallien, dont nous avons sommairement indiqué ailleurs la composition, et dont nous ferons bientôt connaître les phases d'organisation et d'accroissement.

» En prenant la cellule pour origine du végétal (1), on verra, 1° que je ne me suis pas écarté beaucoup de la vérité, puisqu'on pourra s'assurer par ce que je viens de dire, que cette cellule a été primitivement un point organique développé au sein d'un fluide à la fois organisateur et nourricier, qui s'est progressivement converti en petits globules (vésicules, granules) ou globulins, puis en plus gros, puis enfin en cellules de tissu organique, qui fonctionne à son tour, pour la vie générale et commune, en formant dans son sein d'autres globules (vésicules, granules, etc.) qui, à leurs divers états de composition, de développement ou de maturation, sont autant d'appareils physiogéniques d'absorption, d'élaboration, d'excrétion, et dans quelques cas enfin, de reproduction; 2° que les associations des globules (vésicules, etc.) dans les cellules, et des cellules entre elles, sont autant d'appareils ou systèmes organisateurs, ayant leurs fonctions propres, et qui concourent simultanément à l'alimentation, à la conservation, à l'accroissement et à la reproduction de l'espèce (2).

» Il est un grand nombre de cellules qui s'épuisent et se vident par une sorte de fusion, liquéfaction ou résorption de leurs divers globules; mais tous les globules des tissus ne sont pas destinés à former des cellules, et

---

(1) Quelques physiologistes avant que ce travail fût fait, et depuis, ont abordé la même question, et l'ont résolue à leur manière. Je n'avais pas la moindre connaissance non de leurs travaux, mais de leurs idées sur ce point. On verra par l'ensemble de ce Mémoire que si je m'accorde avec eux, quant au point de départ, la route que j'ai suivie est complétement différente de la leur.

(2) Les physiologistes de tous les siècles se sont demandé quels sont les tissus primitifs des végétaux? Les uns forment-ils les autres?

Ils auraient résolu ces questions s'il leur était venu à la pensée de se proposer celles-ci :

Connaît-on des végétaux qui soient primitivement cellulaires? — Oui.

Connaît-on des végétaux qui soient originairement composés de tissus vasculaires? — Non.

Connaît-on des végétaux qui, avec une organisation primitivement cellulaire, deviennent cellulo-vasculaires? — Oui.

toutes les cellules à former des individus végétaux. Ce moyen de multiplication des plantes que je viens d'indiquer n'est pas celui qui se produit ordinairement, il est au contraire fort rare dans la nature par suite du grand concours de conditions qu'il exige. S'il n'en était pas ainsi, la terre ne suffirait pas pour recevoir et nourrir tous les enfants du règne végétal. Ces organes sont bien plutôt destinés à l'élaboration des principes.

» La position intérieure ou extérieure, la forme qui en résulte souvent, et une foule d'autres conditions décident généralement des fonctions que doivent accomplir ces cellules. De là les nombreuses manières d'être de ces tissus, leurs fonctions si variées et leurs innombrables produits.

» Les moyens qu'emploie la nature sont généralement plus compliqués.

» Mais avant d'aborder cette nouvelle matière, celle de la reproduction par les sexes, et de toucher aux phénomènes si mystérieux encore de la fécondation, je dois suivre notre végétal idéal dans tous ses développements.

» J'ai dit que la cellule animée par la nutrition s'était remplie de fluide à l'aide d'une force d'absorption nommée mais inexpliquée jusqu'à aujourd'hui; que ce fluide, modifié par les agents extérieurs, sous l'influence de la membrane, s'était organisé en globules (granules, vésicules), puis en cellules, et que ces cellules, réunies par un ciment mucilagineux (gélatineux, gommeux, muqueux ou cambium?), ne constituaient plus qu'une masse douée d'une vie commune, la vie d'absorption (de transmission, d'élaboration, d'assimilation); qu'au moment où ces petits globules (granules, vésicules, utricules, globulins, etc.) s'étaient convertis en cellules et agglomérés en une masse unique, des espaces intercellulaires, des canaux, conduits, vaisseaux, des corps nouveaux, divers, s'étaient formés et placés entre eux.

» Ici, pour moi, commence le végétal vasculaire et conséquemment la circulation.

» Avant, il n'y avait que des phénomènes d'endosmose et d'exosmose, c'est-à-dire des absorptions et des exhalations de fluides liquides et gazeux.

» Tant que la cellule primitive n'a renfermé que des fluides, de jeunes globules (granules, globulins, vésiculines), ou des globules parfaits (globulins, vésicules, utricules), mais isolés et flottant dans ces fluides cellulifères (granulifères, globulifères), je ne l'ai considérée que comme un œuf composé de nombreux vitellus nageant dans de l'albumen, pouvant grandir et parfaire leur organisation propre, se séparer, et, à leur tour, former de nouveaux systèmes organisateurs et de reproduction.

» Mais dès que la solidification de la cellule a eu lieu, dès que la greffe des globules s'est opérée, j'ai considéré cette cellule (le tout), non plus comme un œuf composé de plusieurs germes ou embryons, mais comme un végétal constitué, un individu, un phyton.

» Cependant l'observation a démontré, et j'ai déjà dit, en 1833, que chaque végétal a son type d'organisation; que ce type modifié se retrouve dans de nombreuses espèces qui forment des groupes, des genres, des familles, et avant tout des classes.

» Ces classes, premiers degrés des divisions générales, sont au nombre de trois principales, d'après le célèbre Antoine-Laurent de Jussieu, les acotylédones, les monocotylédones et les dicotylédones.

» Eh bien, notre cellule constituée nous donnera exactement non-seulement le type d'organisation de la classe végétale d'où elle provient, mais précisément celui de l'espèce d'où elle est issue.

» En cet état, la cellule organisée constitue un végétal primitif réduit à son plus simple degré d'organisation, à son premier mérithalle, si elle appartient aux groupes des végétaux vasculaires, qu'on pourra nommer, si l'on veut, axe végétal.

» L'accroissement en hauteur des tiges de certains groupes végétaux se fait par la superposition de ces axes simples ou composés (1).

» Cet axe encore tout celluleux renferme déjà, comme je viens de le dire, par l'arrangement symétrique de ses cellules, le type organique de la classe, de la famille, du genre et même de l'espèce d'où il provient.

» La cellule isolée, tant qu'elle ne contenait que des fluides, jouissait d'une vie particulière propre à son organisation; dès qu'elle a formé des globulins, puis des globules parfaits, ses fonctions et ses forces physiologiques se sont modifiées : des courants et des contre-courants se sont établis dans son sein, où ils ont produit les phénomènes connus sous les noms de rotation, cyclose, giration, etc.; mais dès que les liquides se sont épaissis, arrêtés dans leur marche et solidifiés, organisés enfin, on voit de nouvelles fonctions s'établir, de nouvelles forces se créer. Ici, comme je viens de le dire, commence la circulation proprement dite; ici encore cessent les suppositions, remplacées par l'observation directe et positive.

» Cette circulation est relative au mode d'organisation des tissus primitifs.

---

(1) Gaudichaud, *Organographie*, pl. I, f. 1, 2, 3, 5, 6. *a*.

» Envisagées sous ce rapport, les classes végétales ne doivent point se borner au nombre trois qu'on leur a assigné.

» Il y en a certainement plusieurs dans les dicotylédones, telles qu'on les connaît aujourd'hui, et il en est ainsi des acotylédones, que provisoirement nous divisons déjà en trois parties : les cryptogames subcellulaires, globulifères, utriculaires ou vésiculaires, les cryptogames cellulaires et les cryptogames cellulo-vasculaires.

» Mais ce travail-ci n'étant destiné qu'à faire comprendre mes idées théoriques sur la physiologie et l'organogénie, je me bornerai, en attendant, à partager le règne végétal en cinq grandes classes principales, qui indiquent cinq états ou modes d'organisation primitive, et auxquelles je rattacherai toutes les autres.

» Plus tard, lorsque je serai plus en mesure, je développerai mes idées à ce sujet et ferai connaître les bases sur lesquelles reposent mes divisions générales. Pour le moment il suffira des cinq suivantes :

1. Cryptogames subcellulaires, globulifères ou utriculaires.
2. Cryptogames cellulaires.
3. Cryptogames cellulo-vasculaires.
4. Univasculaires ou monocotylédones.
5. Bi- ou multivasculaires, di- ou polycotylédones, qu'il faudra certainement diviser en dicotylédones vraies, en rizospermes, cycadées, conifères, etc.

» S'il s'est formé une plante acotylédonée subcellulaire, ou globulifère, si on l'aime mieux, la circulation se bornera à des courants intercellulaires, à des absorptions et à des exhalaisons ou transpirations (*endosmose-exosmose*) générales ou partielles d'une cellule à une autre, d'une partie au tout.

» Ces cellules ou utricules mûrissent, pour ainsi dire, se disjoignent après, et vont produire autant de végétaux analogues, c'est-à-dire, des globules qui, à leur tour, iront accomplir les mêmes phénomènes organogéniques et physiologiques.

» Si c'est un végétal de la deuxième division ou classe (cellulaires); si même c'en est un de la troisième, c'est-à-dire un végétal cellulo-vasculaire ou subvasculaire, que précédemment j'ai nommé monocotylédoné par bourgeonnement, une fougère, par exemple, les globules cellulisés restent unis : c'est selon moi le premier état tératologique, globule à globule, cellule à cellule. Mais la masse cellulaire produite se disgrégera aussi en donnant naissance à des sporules qui, eux, placés dans les conditions

convenables à leur végétation, ne reproduiront pas directement des générations successives de globules, comme les précédentes, mais bien une masse cellulaire avec ou sans radicelles, au sein de laquelle un végétal vasculaire, un véritable bourgeon (phyton) prendra naissance (1).

» Ce bourgeon pourra être composé de plusieurs écailles, mais jamais que d'une seule feuille, puis d'une seconde, d'une troisième, etc. Le premier phyton en formera un deuxième, le deuxième un troisième, et successivement. De cette superposition d'individus ou feuilles, et de l'agencement de leurs tissus divers, résulteront souvent des tiges limitées pour chaque espèce, mais parfois aussi hautes de 100 pieds, et de 10 pouces à 3 pieds de diamètre, y compris, bien entendu, les racines constamment agglutinées qui, dans ce cas, entourent la base des troncs.

» A ces plantes commence la circulation vasculaire : les fougères, les mousses, les hépatiques.

» Si c'est un végétal de la quatrième division ou classe, c'est-à-dire un individu univasculaire ou monocotylédoné, une circulation réelle s'établira entre les cellules et produira presque aussitôt des canaux dans lesquels aura lieu une autre circulation. Cette dernière donnera bientôt naissance à de nouveaux canaux où s'organiseront de véritables vaisseaux fonctionnant à leur tour pour la circulation générale.

» Cette circulation, qui n'a pas encore été observée, que je sache, mais qui sans doute ne tardera pas à l'être, peut se déduire *a priori* de la disposition spéciale qui s'observe généralement dans tous les tissus vasculaires; ce serait donc une sorte de cyclose simple ou composée en spirale; d'où sans doute les trachées et autres vaisseaux spiraux (2).

» Dans cette classe et la suivante et peut-être aussi dans la précédente,

---

(1) Gaudichaud, *Organographie*, pl. IV, fig. 10 à 15.

(2) Quelle que soit la force qui sollicite l'ascension de la sève ou des sucs quelconques qui circulent dans les plantes; quel que soit le mécanisme de cette circulation, on doit supposer *a priori* que cette force est décomposée par la forme des tissus vasculaires; que les fluides qu'ils contiennent, s'ils marchent, doivent nécessairement tourner, et qu'en tournant ils tracent indubitablement leurs routes en labourant les matières schlérifères, les globulins et les globules qui se déposent incessamment sur leurs parois, par des causes que sans doute on n'a pas encore pressenties, qui ne se démontreraient peut-être pas, mais qui doivent exister, par l'attraction qu'exercent les cellules entre elles, par la faculté qu'elles ont de s'enlever mutuellement ou de se transmettre l'humidité qu'elles recèlent, etc.

ce sont toujours les premiers vaisseaux des tissus allongés qui se forment. Ils caractérisent le système ascendant des végétaux dits vasculaires, système que j'ai nommé mérithallien, et qui donne naissance au développement en hauteur.

» La force qui les produit s'exerce manifestement de la base au sommet dans toutes les parties de l'individu ou organe (*phyton*). Je l'ai nommée force ascendante.

» Dans ce cas il s'est formé un végétal monocotylédoné, c'est-à-dire n'ayant qu'un système vasculaire, ou dont le système vasculaire ne crée qu'un seul être, un seul phyton, une seule feuille avec ou sans appendice (pétiole-limbe).

» Ces vaisseaux, qui s'organisent vers la circonférence de la masse cellulaire, forment des lignes perpendiculaires, droites, parallèles, avec de légères ramifications qui vont de l'une à l'autre, de manière à constituer un réseau à mailles très-lâches. Partageant la masse cellulaire primitive en deux parties inégales, concentriques, il forme le canal médullaire. Ils nous serviront de suite à distinguer les végétaux monocotylédonés dans lesquels ils restent unis, des végétaux dicotylédonés où ils sont et seront de plus en plus séparés.

» En effet, près des vaisseaux spiraux, des trachées, et pour ainsi dire dans le fluide qui les a produits, s'organisent presque aussitôt, peut-être en même temps, d'autres tissus aussi très-allongés qui les entourent presque entièrement, ou qui sont situés ordinairement plus à l'extérieur et parfois aussi à l'intérieur; ce sont, les uns les premières fibres de l'écorce, les autres le *corona* de Hill. Elles sont exactement disposées comme les vaisseaux dont elles semblent n'être qu'une dépendance et constituent avec eux, par leur réunion, le système ascendant ou mérithallien du bois et de l'écorce, bien différent du système descendant ou radiculaire dont je parlerai bientôt, qui lui, sert à former les couches annuelles centrifuges du bois, et centripètes de l'écorce.

» Ici (dans les monocotylédones) ces deux sortes de tissus restent généralement unis par un mécanisme de développement que j'ai précédemment indiqué; ils se séparent presque immédiatement dans la plupart des dicotylédones, où il est encore facile de les reconnaître au bout de plusieurs années (1).

---

(1) Aristolochia, *Archives de Botanique*, t. II, p. 21, tab. 19, f. 3 (1833).

» Dans d'autres plantes, ils restent unis comme dans les monocotylédones.

» Les végétaux primordiaux de la cinquième division diffèrent surtout de ceux de la quatrième, en ce que, au lieu d'un seul système vasculaire, ils en ont constamment deux opposés ou un plus grand nombre. Dans ces végétaux, les vaisseaux primitifs forment, en effet, constamment deux systèmes distincts, ou plutôt deux phytons ou individus vasculaires greffés par leur moelle ou tissus cellulaires intérieurs, deux feuilles conées comme dans les embryons dicotylédonés. Résulteraient-ils de la greffe primitive de deux cellules, qui, dans ce cas, au lieu de produire un système vasculaire cylindrique, en formeraient deux demi-cylindriques opposés par leur surface médullaire interne? Je ne le pense pas. Dans tous les cas, c'est le deuxième état tératologique, feuille à feuille, phyton à phyton. Le premier état tératologique est celui qui s'opère entre deux globules qui deviennent des cellules; le second, entre deux individus vasculaires de la cinquième section.

» L'organisation, le mode de développement et l'aspect des végétaux de cette classe ne ressemblent nullement à ceux des monocotylédones.

» Les végétaux de la troisième et de la quatrième division, les monocotylédones par bourgeonnement et les monocotylédones proprement dites, s'unissent bien aussi pour donner des végétaux complexes, mais comme ces unions ne sont que secondaires, nous leur refuserons le même rang, pour les placer après.

» Dans les individus de ces deux classes, il y a bien greffe d'un second individu avec le premier, d'un troisième avec le second; mais lors même qu'ils se sont développés en même temps dans un bourgeon, on n'y doit voir que greffe secondaire, que deuxième état tératologique, parce que dans ce cas il y a superposition d'organes ou systèmes vasculaires, tandis que dans les autres il y a opposition plus ou moins complète; parce que dans les végétaux monocotylédonés, quel que soit le mode de développement, il existe une succession d'organes qui se forment progressivement l'un après l'autre : une première feuille donne naissance à une seconde, cette seconde à une troisième, et successivement. Mais, dans ce cas, la deuxième a son système ascendant placé au-dessus de celui de la première et quelquefois même à distance; la troisième a le sien placé au-dessus de celui de la seconde et de la première. Il y a superposition plus ou moins apparente des systèmes ascendants, et union de ces systèmes ascendants par les systèmes descendants qui recouvrent plus ou moins complétement les systèmes ascendants et descendants des feuilles inférieures. Ainsi, le

système descendant de la seconde feuille enveloppe le système ascendant de la première, et ainsi de suite.

» Il faut pourtant convenir que dans beaucoup de cas les mérithalles tigellaires ou inférieurs sont si peu développés que les feuilles ont plutôt l'air d'être verticillées que superposées. Nous devons même ajouter que souvent ces mérithalles étant tout-à-fait nuls, les seconds mérithalles (pétioles) de plusieurs feuilles partent réellement du même point mathématique. Dans d'autres cas enfin, dans ceux où les développements sont irréguliers et en produisent d'autres que j'appellerais boiteux, les vaisseaux mérithalliens sont tellement mêlés qu'il est difficile et même impossible de leur assigner un point de départ. On ne peut guère y arriver que par le calcul. Mais ce ne sont pas les anomalies et les irrégularités qui doivent servir de règles quand on veut généraliser. Les exemples ici ne peuvent être choisis que parmi les végétaux chez lesquels le développement est normal et constamment régulier; les exemples comme les lois qui régissent viendront à leur tour.

» Voici donc, dans la cinquième, la quatrième et même dans la troisième classe, des végétaux organisés, mais encore réduits à leur état le plus simple, à celui que quelques physiologistes appelleront leur partie axifère, appellation vicieuse, s'il en fut jamais.

» Mais laissons un instant de côté ce premier degré d'organisation des première, seconde et même troisième classes des végétaux dits acotylédonés, subcellulaires, cellulaires et cellulo-vasculaires ou monocotylédonés par bourgeonnement, sur lequel nous reviendrons bientôt, et poursuivons l'étude des phénomènes organogéniques et physiologiques dans la quatrième et la cinquième division, les monocotylédones vraies et les dicotylédones encore réduites au premier mérithalle, ou à l'axe, pour mieux me faire entendre de tous.

» Nous avons vu que dans la quatrième classe (les monocotylédones) il s'est formé un seul système vasculaire dont les vaisseaux sont généralement disposés en cercle et enveloppent ainsi une partie de la masse cellulaire générale; et que dans la cinquième, tout en conservant la même disposition, ils se sont partagés en deux faisceaux ou systèmes hémicylindriques rapprochés au centre par leurs bords, de manière à former ainsi un cercle interrompu.

» En cet état ils représentent des bourgeons univasculaires ou bivasculaires réduits à leur état le plus simple, c'est-à-dire à leur axe primitif, ou premier mérithalle, ou mérithalle tigellaire des premières feuilles. Il

y a donc eu dans les monocotylédones (la quatrième classe) formation d'un individu vasculaire, et de deux dans les dicotylédones (la cinquième classe).

» Maintenant, donnons dès ce moment à ces individus vasculaires, destinés à se développer primitivement les uns seuls, les autres constamment et plus ou moins régulièrement deux à deux, ou plusieurs ensemble, un nom quelconque, celui de bourgeon, de plante ou plantule, ou mieux peut-être celui de phyton; toujours est-il qu'ils forment des individus vasculaires qui, même dans les circonstances convenables exigées pour leur état de faiblesse, peuvent vivre, croître, se développer et finalement se reproduire et se multiplier.

» Si, pris en cet état, ou dans un degré plus avancé de croissance, l'individu double est partagé en deux au moyen d'une section faite dans la ligne de séparation des deux systèmes vasculaires, il en résultera deux individus qui, conservés dans les conditions favorables à leur existence, formeront dès ce moment deux plantes qui croîtront, se développeront et se multiplieront séparément. Mais dans ce cas, ces deux plantes seront dicotylédonées par leur organisation, quoique par la section longitudinale on ait complétement séparé les deux cotylédons qui constituaient le bourgeon bivasculaire primitif, ou, comme nous le prouverons bientôt, dicotylédoné, pour en former deux végétaux réellement univasculaires ou monocotylédonés, mais dans les tissus desquels le type dicotylédoné est imprimé.

» Ici, comme partout ailleurs, la vie se perpétue par l'apparition d'un bourgeon axillaire du cotylédon, ou de l'une des feuilles déjà organisées de sa plumule, feuille qui serait dévolue par la section longitudinale de l'embryon à l'une ou l'autre de ses parties.

» Cependant, ne nous arrêtons pas à ces faits, sur lesquels nous devons naturellement revenir; suivons toujours les individus primitifs à système vasculaire unique ou double, encore réduits à leur état le plus simple, et nous verrons qu'ils ne sont pas complets et qu'ils vont se parfaire en poussant à leur sommet des prolongements cellulaires qui forment les parties dites foliacées ou appendiculées (c'est-à-dire isolées de l'axe celluleux) et de formes très-variables.

» A mesure que ce développement cellulaire a lieu, que les cellules se symétrisent et se coordonnent régulièrement d'après le type organique originel, on voit apparaître des voies vasculaires humides qui se transforment en vaisseaux, en trachées.

» Ces vaisseaux, comme on le reconnaît bientôt par l'anatomie, sont de

même nature que ceux du premier mérithalle axifère, dont ils ne sont aussi en réalité que le prolongement par adjection successive. Mais ce prolongement s'opère sur un plan alterne (1), c'est-à-dire que chaque rameau du faisceau vasculaire du premier mérithalle, arrivé au sommet de ce premier mérithalle, se partage régulièrement ou irrégulièrement en deux, de manière à former une bifurcation dont les parties divergentes vont rencontrer celles des faisceaux voisins de droite et de gauche qui, comme tous les autres, subissent ce mode de division, d'où il résulte des mailles vasculaires analogues à celles du premier mérithalle, mais alternes avec celles du second mérithalle.

» Cette disposition n'est pas aussi nettement exprimée dans tous les végétaux.

» Cette partie de la portion appendiculaire formée représente le pétiole ou la queue de la feuille, c'est-à-dire le second mérithalle.

» Dans beaucoup de végétaux, dans ceux qui sont monocotylédonés surtout, comme dans bon nombre de dicotylédonés, cette partie foliacée diversement épanouie ou laminée (écaille, bractée, stipule, etc.) termine ordinairement le phyton; mais dans beaucoup d'autres il s'en forme une troisième, dans laquelle les vaisseaux et les mailles par conséquent redeviennent perpendiculaires aux vaisseaux et aux mailles vasculaires du premier mérithalle. C'est le limbe.

» Très-souvent ces trois parties se développent en même temps. Si c'est un végétal vasculaire simple ou monocotylédoné qui s'est constitué, c'est-à-dire s'il ne s'est créé qu'un seul système vasculaire, il n'y a eu aussi de développé qu'un seul appendice foliacé. Dans ce cas cet appendice est généralement conique et enveloppant. Si on le coupe verticalement et horizontalement, on trouve qu'il n'est formé en réalité que d'un seul corps appendiculaire et d'un seul système vasculaire enveloppant. Son centre (tout celluleux) ne contient aucune trace vasculaire.

» Bientôt après il se forme une seconde feuille, puis une troisième, puis enfin tout un bourgeon composé d'appendices foliacés diversement emboîtés les uns dans les autres.

» Si le végétal qui s'est constitué est composé, s'il appartient au contraire au groupe des dicotylédones, et qu'il y ait deux, trois, quatre, etc., sys-

---

(1) *Voyez* les figures 1 à 6 de la pl. I de mon *Organographie* pour la disposition de ces vaisseaux.

tèmes vasculaires primitifs (s'il est double, triple, quadruple) ou un plus grand nombre, il se formera aussi un, deux, trois, quatre, ou un plus grand nombre d'appendices foliacés.

» C'est le type organique, originel, qui décide de tout cela.

» Chaque bourgeon dicotylédoné primitif s'accroîtra ensuite (d'après des lois générales qui, les circonstances extérieures ne changeant pas, sont invariables) par l'adjection de nouvelles feuilles qui naîtront deux à deux, quatre à quatre ou verticillées six à six, huit à huit, dix à dix, mais avec des degrés de développement divers et souvent très-distincts.

» D'où résultent les sortes de spirales successives dans lesquelles, par suite d'un mouvement de torsion imprimé par la croissance successive des parties, la dernière feuille recouvre en apparence la première, excepté dans les cas de développement forcé, où les verticelles, au lieu de se superposer, se suivent en une ou plusieurs lignes spirales continues, dont les rapports mathématiques, malgré de nombreux et très-savants travaux anciens et modernes, n'ont peut-être pas encore été bien établis.

» Dans le premier cas, les feuilles seront opposées deux à deux, quatre à quatre, etc.; dans le deuxième, elles offriront les rapports symétriques de trois à trois, cinq à cinq, sept à sept, neuf à neuf, et se succéderont ainsi de bouton en bouton, selon le climat, selon la place qu'elles occupent dans le bourgeon, et conséquemment dans l'ordre de développement, ou encore, d'après certaines conditions d'âge, de gisement, de position, d'époque, etc., des mêmes bourgeons; elles prendront les accroissements, les formes et les textures les plus diverses : d'où les feuilles réelles et toutes leurs modifications, les stipules, les bractées et toutes les parties des fleurs et des fruits considérées comme des organes similaires, mais dans des états divers d'association et de croissance.

» Les grandes lois tératologiques, ces lois d'association et de groupement des organes ont commencé leurs manifestations, dès qu'au sommet (centre?) de la première feuille ou du premier système vasculaire simple, il s'en est formé un second, un troisième, puis un grand nombre généralement constant dans chaque végétal, lorsque, bien entendu, les circonstances extérieures restent les mêmes.

» Pour bien faire comprendre ces sortes d'associations, prenons un exemple choisi parmi les végétaux dont le développement est en général le plus régulier, le marronnier d'Inde, où tous les organes de la végétation (ceux des fleurs et des fruits exceptés) sont de la plus grande régularité.

» Dans cet arbre, les dernières feuilles normales de la végétation an-

nuelle, comme les premières, et même comme les écailles du bourgeon, sont uniformément opposées.

» Si, par exemple, on suit l'évolution des différentes parties d'un bourgeon terminal, isolé, de ce végétal, on remarque les faits suivants : les écailles inférieures ou extérieures prennent généralement peu d'accroissement, mais elles grandissent pourtant un peu.

» Poussées de dedans en dehors par les feuilles intérieures qui s'accroissent, elles s'épanouissent en rosette, et finissent même par s'abaisser sur le rameau. Les écailles du centre se colorent en rouge obscur, grandissent manifestement, sans toutefois se séparer les unes des autres par le développement de leurs parties tigellaires; elles restent ainsi appliquées les unes sur les autres. Les supérieures, une ou deux paires, forment des mérithalles de plus en plus longs; viennent après les feuilles réelles, petites d'abord, et portant trois, cinq, sept folioles seulement (ordinairement cinq), puis neuf au centre du scion ou rameau annuel, et de nouveau réduites à sept, cinq, trois, deux, et même quelquefois une au sommet, où elles finissent enfin par ne plus donner que des écailles aristées d'abord, puis arrondies; écailles qui, dans nos climats, sont destinées à protéger le bourgeon (l'axe médullaire) de l'année suivante.

» Ces dernières feuilles, réduites à l'état d'écailles, malgré cela, se chargent quelquefois encore d'une à trois petites folioles très-exiguës, ou sont simplement ou diversement acuminées.

» Les dernières feuilles donnent naissance aux écailles extérieures ou inférieures du nouveau bourgeon. Les écailles les plus intérieures ou supérieures sont de plus en plus herbacées, petites et arrondies au sommet. Les dernières, à l'époque de la végétation, grandissent beaucoup, et se chargent maintes fois de trois et cinq folioles rudimentaires.

» De quelles parties se compose donc ordinairement le bourgeon dans le marronnier, au moment de son évolution? De quatre à six rangées d'écailles (quatre à six paires) alternativement opposées deux à deux, plus, de quatre à six paires de feuilles également opposées et à peine ébauchées; ces écailles et ces feuilles appartiennent évidemment à la végétation de l'année antérieure, comme les nouvelles, celles qui se forment dans les bourgeons à la fin de l'été, lorsque la végétation se ralentit, appartiennent à l'année présente, bien que, dans nos climats, elles ne soient destinées à se développer que l'année suivante.

» Ces bourgeons s'organisent sous l'influence des saisons et de la sève annuelle; mais cette sève excitée par ce qu'on appelle la force vitale, est

absorbée, épuisée par les feuilles existantes toutes constituées et leurs analogues, pressées qu'elles sont en quelque sorte d'accomplir leurs fonctions.

» Ce n'est donc ordinairement que lorsque les feuilles ont parcouru toutes les périodes de leur existence, lorsque les pétales ont voilé, gazé, protégé, parfumé les mystérieux phénomènes de la fécondation, lorsque le fruit a enfanté et nourri ses graines, que les bourgeons peuvent s'accroître et s'ouvrir.

» Mais alors, dans nos climats tempérés du moins, la saison est avancée, le soleil s'éloigne graduellement et perd ainsi chaque jour de sa chaleur, conséquemment de sa force excitatrice; et quelque affaiblis que soient les organes appendiculaires développés, ceux qui ont constitué la végétation apparente de l'année, il leur reste beaucoup plus de vigueur qu'à ceux des bourgeons qui viennent de naître, qui sont sans force d'absorption, sans puissance de végétation, et puisent au sein du végétal jusqu'aux dernières gouttes de la sève vivifiante qui s'y introduit ou s'y élabore.

» Mais si à l'époque où la sève est encore activée par la présence du soleil, un accident arrive aux feuilles d'un végétal vivace, avant l'époque naturelle de leur chute dans nos climats, avant qu'elles aient terminé le cercle de leurs fonctions, si le soleil les brûle, si le vent les froisse ou les détache, si les insectes les mangent, ou enfin si l'homme les arrache ou les détruit, alors on voit les bourgeons préparés pour l'année suivante se développer, donner encore des feuilles, des fleurs ou quelquefois des fruits.

» Si encore après un été brûlant dans lequel la végétation s'est rapidement accomplie, les chaleurs automnales se prolongent un peu ou reviennent après de légers frimats, on voit quelques plantes hâtives, trompées en quelque sorte par l'apparence d'un doux printemps, montrer témérairement leurs jeunes feuilles, et souvent leurs fleurs (*œsculus*).

» Mais ces feuilles et ces fleurs ne tardent pas à être punies de leurs efforts imprudents : elles tombent sous les premiers souffles du nord, avec toutes les faibles productions herbacées du reste de la végétation.

» Les feuilles, dans nos climats, selon le rang qu'elles occupent dans l'ordre de leur évolution, sont donc susceptibles de développements organiques divers, ce qui n'a pas lieu en général dans les régions tropicales, où les bourgeons écailleux à feuilles ne se forment pas ordinairement, et où les modifications organiques ne s'opèrent guère que dans les organes de la fructification. Dans ces régions, cependant, d'autres changements ont lieu, mais ils doivent s'opérer sous des influences différentes, pour parler des

feuilles polymorphes. Les forces qui président à ces développements marchent évidemment avec celles de la chaleur. Le soleil, en s'avançant vers nos climats, favorise, perfectionne et achève les organes végétaux, ainsi que par son éloignement il entrave, arrête et détruit leur accroissement. Cette force est d'une manière évidente une force de circulation.

» Personne aujourd'hui ne doute que dans le marronnier, par exemple, l'écaille la plus petite du bourgeon ne représente réellement une feuille, mais une feuille, bien entendu, réduite à un faible degré de développement.

» Eh bien, il en est de même de toutes les parties de la fleur, du calice, de la corolle, des disques, des étamines, des nectaires, des ovaires, comme des ovules et des appendices qui les forment. Mais quelles sont les causes de ces dernières modifications?

» Ainsi que je l'ai dit, toutes ces parties, selon qu'elles se trouvent placées dans les conditions favorables de saison, de lumière, de chaleur, d'humidité et d'électricité, selon leur position surtout, se transforment complétement : les calices, les pétales, les étamines, les disques et nectaires, les carpelles, les ovules et leurs enveloppes en véritables feuilles; les étamines en pétales, les filets qui représentent les carpelles en ovaires, tandis que les anthères, qui sont les analogues des styles et des stigmates, se pétalisent ou se fanent et cessent leurs fonctions.

» Si toutes les parties du bourgeon ordinaire sont des feuilles dans des états différents de développement, c'est-à-dire d'organisation, et si l'on admet que toutes celles d'un bourgeon à fleur sont diversement dans le même cas, on arrive naturellement à prouver que les organes dits appendiculaires des végétaux, ne sont que des portions d'organes isorganiques susceptibles d'évolutions diverses par excès ou par défaut.

» Je dis que ces différentes parties ne sont que des portions d'organes parce que, quelque faibles et peu prononcés que soient leurs mérithalles tigellaires, ils n'en existent pas moins à l'état d'axes, de tiges, de pédoncules, de gynophores, d'androphores, etc., selon les organes auxquels ils appartiennent.

» Ces nouvelles suppositions admises ainsi que les précédentes, nous allons aborder à la fois toutes les questions de physiologie, d'organogénie et d'organographie, par des exemples simples, vulgaires, et en quelque façon connus de tout le monde.

» Des recherches anatomiques faites sur les écailles des bourgeons, sur les lobes des calices, sur les pétales, sur les étamines, sur les ovaires et sur

les modifications extrêmes et si remarquables des tissus intérieurs et extérieurs de ces parties, réduites à l'état de pistil ou arrivées à celui de fruit; sur les ovules, sur les feuillets divers qui les composent et les tissus qui les tapissent extérieurement et intérieurement; sur les arilles ou feuilles funiculaires, comme sur les embryons; des recherches de cette nature, dis-je, m'ont montré qu'il y a analogie d'organisation entre ces différentes parties des végétaux, et m'ont permis d'établir toutes leurs distinctions générales.

» Les principes généraux de l'organographie et de la physiologie sont donc assis sur ces simples données, savoir, que les organes dits appendiculaires qui se reproduisent normalement d'une manière immuable, peuvent, dans certains cas, passer d'un état à un autre, se métamorphoser, comme on dit ordinairement, et changer de forme et de couleur comme ils changent de fonctions.

» J'ai indiqué quelques-uns des exemples les plus remarquables de ces transformations des sépales et des pétales en feuilles, des étamines en pétales, en carpelles, etc.

» Je vais maintenant parler des effets produits par ces métamorphoses et de quelques-unes des modifications organiques et physiologiques qui en résultent.

» L'étude de l'étamine libre m'a démontré qu'elle est constamment un individu distinct, ayant normalement ses trois parties mérithalliennes. Considérée sous le rapport organique, elle peut être regardée comme formée d'un seul faisceau vasculaire qui vient se terminer à l'anthère, comme très-souvent le funicule et la raphé viennent finir à l'ovule, et le dernier vaisseau ou le dernier trajet vasculaire chalazien, à l'embryon.

» Quels sont les changements organiques qui s'opèrent quand l'étamine devient pétale? Ces changements sont de plusieurs sortes et relatifs aux groupes végétaux auxquels les étamines appartiennent. La duplication est-elle uniquement due aux métamorphoses des organes appendiculaires? Les plantes les plus vulgaires vont me fournir des exemples remarquables et propres à éclaircir cette question, peut-être même à la résoudre.

» Dans le premier cas, la métamorphose est rarement générale; elle est même parfois très-irrégulière par la ténacité des tissus de l'anthère qui se refusent à l'imprégnation ou injection des méats intercellulaires par les sucs vasculifères, et par suite à la transformation.

» Elle est généralement plus complète dans les autres, ainsi que dans la plupart des plantes qui ont leurs anthères terminées par un connectif plus ou moins épais.

» Dans tous les cas, le phénomène se produit par l'injection des fluides vasculaires ascendants, qui, après s'être pratiqué des canaux dans le tissu cellulaire de l'anthère ou plus ordinairement du filet, ou de ces deux parties, se convertissent en vaisseaux, en trachées, comme on le remarque dans le funicule et le raphé, où ils s'arrêtent souvent, ou dans un et plusieurs des feuillets de l'ovule, quand le raphé s'épanouit en chalaze et envoie des ramifications jusqu'à l'extrémité des feuillets ovulaires (l'exostome et l'endostome), où l'un de ces vaisseaux chalaziens vient former et alimenter l'embryon (1).

» Le phénomène s'opère ordinairement, pour la plus grande partie du moins, dans le bouton encore formé, mais il a également lieu, surtout dans les plantes de la quatrième et cinquième sections, après l'épanouissement de la fleur et parfois lorsque les étamines ont accompli leur fonction fécondatrice, c'est-à-dire après l'émission du pollen, parce que ces étamines ont conservé, grâce souvent à leurs connectifs, une flexibilité qui permet aux sucs vasculaires de les injecter entièrement par une sorte de circulation exubérante dont les forces se développent seulement alors.

Forces inégales. Règles.

» Dans la rose, par exemple, l'étamine, qui se composait d'un filet univasculaire et d'une anthère totalement privée de vaisseaux, est devenue un pétale mince, diaphane, traversé de nombreux vaisseaux réticulés d'une seule nature.

» Si ce pétale passe à son tour à l'état de feuille, on voit qu'outre les premiers vaisseaux ou trachées qui le caractérisent, trachées qui sont en quelque sorte aux végétaux ce que le système nerveux est aux animaux, il s'en est formé d'autres, d'une nature différente, qui viennent s'adjoindre aux premiers et se placer postérieurement à eux en grossissant les nervures du limbe et surtout celles de l'onglet converti en pétiole, d'où ils s'étendent sur le pondécule, transformé en rameau, le tronc et jusque sur les racines.

---

(1) Cette Note, faite depuis 1830 environ, est en opposition avec les théories de M. Schleiden, sans toutefois leur être opposée ici.

Elle résulte d'expériences consciencieuses, mais peut-être inexactes et que je ne puis vérifier maintenant. Je ne la donne donc pas ici comme étant le résultat de recherches nouvelles, mais comme une manière de voir arrêtée en 1830. (*Voyez* mes *Recherches sur l'Organographie, la Physiologie et l'Organogénie*, 1841, tabl. 6, fig. 26.)

» Ces derniers tissus appartiennent au système descendant, et quoique généralement déroulables, ils diffèrent en totalité des trachées, qui constituent le système vasculaire ascendant.

» Quelques exceptions existent, dit-on, à la règle générale que j'ai établie à ce sujet; mais, en admettant que cela soit, elles ne sauraient la détruire. On dit, par exemple, que beaucoup de tiges de phanérogames sont dépourvues de trachées et que plusieurs racines en ont. Cela est possible, et je suis tout disposé à admettre ces exceptions dès qu'elles seront démontrées; elles prouveraient que la règle n'est pas aussi générale que je l'ai supposé. Mais quand je connaîtrai tous les exemples cités à l'appui de ces assertions (des cycadées, des conifères, des caprifoliacées, etc.), je demanderai si des causes physiologiques, la gomme des uns, la résine ou la glu des autres, ne s'opposent pas à la formation ou au déroulement de ces trachées, et si les groupes végétaux, chez lesquels ces vaisseaux sont moindres ou font tout à fait défaut (en admettant, bien entendu, que cela soit, ce que j'ai pensé moi-même tout le premier), ne formeraient pas des classes végétales distinctes qu'il faudrait ajouter aux premières, déjà provisoirement indiquées?

» D'ailleurs, pour couper net d'avance à toute discussion prématurée sur ce point, je déclare nommer système ascendant, dans ces plantes comme dans toutes les autres, tout ce qui sert à l'accroissement en hauteur, tout ce qui peut être dit mérithallien. J'affirme que les vaisseaux ligneux qui se créent dans ces parties sont bien plus facilement déroulables que tous les autres.

» Disons maintenant un mot sur les phénomènes physiologiques et organogéniques des métamorphoses. Celles que j'ai été à même d'observer et de suivre m'ont fourni les meilleurs éléments que je connaisse sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie générales.

» En effet, j'ai remarqué qu'à mesure qu'une étamine de rose passait à l'état de pétale, et le pétale à celui de feuille, il s'opérait dans leur organisation des changements notables.

» De nombreuses analyses sont venues me démontrer que l'étamine en devenant pétale s'est injectée de canaux qui se transforment promptement en trachées, et qu'à mesure que le pétale devient feuille, il s'y développe des vaisseaux qui n'existaient pas dans les deux premiers états. Il y a donc eu dans chaque changement d'état changement de forme et d'organisation, et conséquemment changement de fonction, de couleur et de produits.

» De jaune qu'était l'anthère, dans son état normal, elle est passée au rose en devenant pétale, et au vert en devenant feuille parfaite.

» Le pollen (composition?) dans le premier cas a été remplacé par l'huile essentielle *de rose* (composition?), et l'huile essentielle, dans le deuxième cas, par de la chlorophylle ou matière verte de Priestley (composition ?).

» L'odeur faible et généralement nauséabonde du pollen a été remplacée par l'odeur suave et pénétrante de la rose, et l'huile essentielle par de la chlorophylle, qui est inodore.

» C'est donc particulièrement sous l'influence de l'organisation qu'ont lieu les phénomènes physiologiques et organogéniques ; c'est donc aux modifications des organes qu'il faut attribuer la formation des principes si divers qui caractérisent les végétaux et toutes leurs parties.

» Ce fut à ce point de mes recherches, lorsque j'eus suivi de nombreux individus dans tous leurs développements, que j'eus fait l'analyse microscopique de leurs différents tissus à l'état naissant, fluide, mou ou solide, et que mes principes généraux d'organographie furent arrêtés; ce fut alors que j'abordai les questions de la sève et du cambium.

» Qu'est-ce que la sève? qu'est-ce que le cambium?

» Ces deux articles sont rédigés : je les publierai prochainement.

» La nouvelle révolution qui semble s'opérer aujourd'hui dans la chimie générale doit nous faire espérer que nous pourrons bientôt observer sous un meilleur jour les phénomènes qui arrivent sous l'influence de l'organisation, et que la physiologie prendra enfin son rang parmi les sciences positives.

» Des expériences pleines d'avenir pour la physiologie ont déjà été tentées par des moyens nouveaux et par de nombreux savants.

» Que les lois modernes de la chimie viennent réaliser en partie des espérances qu'elles donnent; que l'air atmosphérique, cet élément principal de la physiologie, cesse d'être un simple mélange à proportions définies, presque invariables (1), que l'azote qui le constitue pour les quatre cinquièmes et qui forme à lui seul la base des productions animales, ne soit plus regardé comme un corps inactif, inerte, ou comme un simple témoin des grands phénomènes de la vie végétative; que les phénomènes physico-chimiques qui président aux combinaisons organogéniques de l'oxygène

---

(1) Ceci, bien entendu, n'est nullement en opposition aux belles et savantes recherches faites tout récemment sur la composition de l'air; recherches qui ont tout le degré d'exactitude qu'on devait attendre des progrès de la science et surtout du talent si remarquable des savants qui les ont faites.

avec le carbone et l'hydrogène soient enfin trouvées et expliquées; que sous l'influence organique l'oxygène ne se combine plus directement et brusquement comme dans un creuset ou dans une cornue, avec l'hydrogène, pour produire de l'eau; avec le carbone, pour produire de l'acide carbonique (acides à bases de carbone); que des combinaisons transitoires et plus lentes soient découvertes; que des actions et des réactions nombreuses aient lieu par substitution, sans effort, sans secousses, et nous entrerons enfin dans la véritable voie de l'observation et du progrès.

» D'un autre côté, que des analyses exactes, comme celles qui se font aujourd'hui, de tous les tissus et des principes divers des corps organisés, viennent se grouper en tableaux comparatifs, pour nous montrer l'ensemble du jeu des combinaisons; que des expériences rigoureuses soient faites sur le tissu des étamines, sur le pollen, sur les pétales, en un mot sur les différentes parties des feuilles et des fruits, dans tous leurs états de développement, et pris sur le même végétal, et l'on verra alors que ces recherches fondamentales unies aux études organographiques et organogéniques, viendront indispensablement jeter sur cette partie arriérée de la science tout le jour qui lui a manqué jusqu'à présent, et l'arracher aux épaisses ténèbres où elle erre depuis des siècles.

» En admettant que des cellules isolées, vivantes, placées dans les conditions d'humidité, de lumière et de chaleur propres à leur existence, peuvent poursuivre leur carrière végétative jusqu'à la période de reproduction, je n'ai probablement fait qu'indiquer ce qui s'est originairement passé dans la nature. Toutes mes convictions sont arrêtées à ce sujet.

» Mais d'où proviennent ces cellules primitives? Comment ont-elles été engendrées? Se sont-elles formées sur un seul point du globe pour se répandre ensuite sur toute sa surface? ou bien ont-elles été créées simultanément sur tous les points connus qui se montrent aujourd'hui favorables à leur existence, à leur développement, à leur propagation?

» Ce sont des questions qui sous d'autres formes ont sans doute été bien des fois soulevées sans être résolues, et que l'on peut soumettre encore aux générations futures.

» Je m'en suis déjà occupé (1) de 1819 à 1826; c'est sous l'empire de mes premières et fortes impressions de jeunesse que j'ai surtout cherché à les résoudre d'après des principes qui, jusqu'à ce jour, ont peut-être été mal interprétés.

---

(1) *Voyage de l'Uranie. — Botanique*, p. 101.

» Ces principes consistent à admettre avec la Genèse un seul point originel de création pour chaque espèce de plante, et à supposer que tous les moyens physiques ont pu servir à la dissémination des germes de cette plante primitive et à ses modifications.

» Ainsi, au nombre des causes qui ont pu coopérer à cette dissémination, j'ai fait intervenir l'action de la mer, de l'air, des vents, des ouragans, des hommes, des oiseaux, et surtout celle des nuages électrisés.

» Depuis, en procédant par exclusion, en considérant que les plantes ont nécessairement précédé les hommes, et que la mer, en admettant qu'elle ait peuplé les plages, n'a pu apporter les germes de la végétation des hautes montagnes, qui diffère totalement de celle des plaines, dans les îles volcaniques, il n'est plus resté de plausible pour moi que les phénomènes aériens, les vents, les orages et les nuages, pour le transport des germes reproducteurs.

» Enfin, conduit par l'étude et mes propres recherches, ainsi que par des suppositions, à reconnaître que les moindres fragments de plante, et même de simples cellules isolées sont également des germes reproducteurs, toutes me suppositions se fortifièrent et devinrent presque des réalités à mes yeux.

» En vain je voulus, avec quelques philosophes modernes, admettre que les mêmes causes avaient pu produire les mêmes effets, et par conséquent reconnaître plusieurs centres de création spontanés, je ne pus jamais arriver qu'à ceci : certaines conditions de chaleur, de lumière et d'humidité étant nécessaires à la végétation de quelques plantes, les corpuscules de ces végétaux enlevés d'un point quelconque du globe et transportés dans toutes les directions par les agents météoriques, n'ont prospéré que là où ils ont trouvé leurs conditions de vie, leurs zones, leurs régions.

» De là, selon moi, la dissémination presque générale de certaines espèces, qui se rencontrent partout où existent ces mêmes conditions de viabilité; ce qui a fait dire à plusieurs botanistes voyageurs que quelques plantes font le tour du monde, sous des régions données. Je suis allé, on peut le dire, aussi loin que possible dans cette difficile voie d'exploration méditative.

» Conduit de fait en fait et de supposition en supposition jusqu'au point de dérouler tout le tableau des phénomènes de la vie végétative; ayant surtout étudié sous cent climats différents tout ce qui a trait aux faits mystérieux de la vitalité, de la fécondation et de la multiplication des végétaux; enfin ayant passé pendant mes voyages et à la suite de mes longues études

dix années au moins à réfléchir sur les causes de la vie et de la mort, je me trouve aujourd'hui plus que jamais convaincu de cette vérité éternelle, qu'il n'y a jamais eu qu'une période de création pour les végétaux, tout en reconnaissant que la puissance suprême a bien pu, pour les plantes qui nous paraissent nouvelles, en avoir retardé la manifestation.

» Ceci ne peut en aucune façon contredire l'opinion des savants qui ont démontré, par les fossiles, que l'air et les végétaux ont changé à certaines époques à la surface du globe.

» Cette première supposition une fois admise que la cellule isolée peut végéter jusqu'à produire un végétal complet, un arbre immense (supposition que je vais faire passer au rang des vérités démontrées, quand je traiterai du développement de l'embryon au sein des enveloppes de l'ovule), voyons comment se comportera la cellule animée située au milieu d'un tissu vivant, dont elle fait déjà partie.

» Pour cela, choisissons des faits connus qui, lors même que nos suppositions seraient un jour reconnues erronées, ne puissent toutefois que gagner à être envisagés sous ce rapport; cherchons les exemples qui peuvent le plus éclairer cette question vitale et aider à jeter du jour sur cette partie si obscure de la science.

» Lorsqu'on ouvre les pages de l'histoire des sciences et qu'on suit pas à pas le cours de leurs progrès depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; lorsqu'on voit l'esprit humain marchant tantôt vite, tantôt lentement, mais avançant toujours vers la suprême intelligence; lorsqu'on compte les hommes illustres, les Hippocrate, les Virgile, les Pline, les Galilée, les Tournefort, les Buffon, les Linnée, les Jussieu, les Cuvier......, qui, en passant, ont payé aux sciences leur tribut de labeur et de génie, on est tout surpris de voir que malgré tant de siècles, de travaux et d'intelligence, la physiologie ne soit encore qu'un monument ébauché, qu'une nouvelle tour de Babel, où vont s'épuiser nos forces, où viendront mourir tous les efforts de la création, et qui ne s'achèvera jamais; idée triste et consolante à la fois : triste, puisqu'elle nous enlève l'espoir de rien terminer; consolante, en ce qu'elle assure aux générations à venir qui seront de plus en plus intelligentes et avides de science, un inépuisable aliment de jouissances pour la raison et pour le cœur.

» Ces réflexions me sont suggérées par les faits mêmes qui vont me servir d'exemples; ils sont connus depuis longtemps et néanmoins n'ont pas encore été expliqués, à ma connaissance du moins.

» Ces faits, tout simples qu'ils sont, envisagés comme je vais le faire,

vont acquérir une certaine importance, soulever et peut-être trancher des questions capitales, celles de la reproduction générale, de la vitalité dans les végétaux.

» Mais, tout en les rappelant, reprenons le cours de nos suppositions, puisqu'elles sont si favorables au développement de nos théories.

DEUXIÈME SUPPOSITION GÉNÉRALE.

» Admettons maintenant qu'une cellule, au lieu de s'animer isolément et de parcourir ainsi seule les périodes des premiers accroissements, soit située au sein d'une portion encore vivante d'un végétal quelconque, par exemple, sur un fragment de tige de *cissus hydrophora* (1), de *cycas circinalis* (2), d'*agave americana*, vulgairement nommé *bois de pitre* (3), sur une feuille d'*ornithogalum thyrsoides* (4), de *nymphæa* (5), de pourpier (*portulaca*) (6), de cresson des prés (*cardamine*) (7), de *drosera* (8), *ceratopteris* (9), sur un sporule en germination (10), sur les bords inférieurs des plaies des végétaux (11), dans l'aisselle des cicatricules des feuilles anciennes (12), comme dans toutes les autres parties des tiges, sur lesquelles il se forme ce qu'on appelle des bourgeons adventifs (13).

» Admettons encore, dans cette seconde supposition générale, que la vie réside dans une portion quelconque des plantes, quel que soit d'ail-

---

(1) Gaudichaud, *Ann. des Sc. nat.*, septembre 1836.

(2) Gaudichaud, *Ac. des Sc.*, octobre 1825. — *Voyage de l'Uranie.* — *Botanique*, p. 436.

(3) Gaudichaud. Des tiges, cueillies depuis trois ans et desséchées au four, sont arrivées en France en 1833, couvertes de bulbilles.

(4) Turpin, *Ann. des Sc. nat.*, t. XVI, p. 44; XVIII, p. 5, tab. 1.

(5) Gaudichaud, *Organog.*, tab. 5, f. 10.

(6) M. Flourens, *Comptes rendus*, t. IX, p. 437, 7 octobre 1839.

(7) Cassini, *Opusc.*, II, p. 340.

(8) M. Auguste de Saint-Hilaire, M. Naudin, *Comptes rendus* t. IX, p. 437 (Drosera intermedia).

(9) Gaudichaud, *Uranie*, tab. 20.

(10) Gaudichaud, *Organog.*, tab. 4, f. 13.

(11) Gaudichaud, *Organog.*, tab. 17, f. 8, *a*, *b*, *c*, *d*.

(12) Gaudichaud, *Organog.*, tab. 6, f. 54, *e*, *i*; tab. 12, f. 17, *b*, *b'*.

(13) Gaudichaud, *Organog.*, tab. 17, f. 1, 7, 8.

leurs le degré de vitalité qu'elles ont conservé, que cette vitalité soit partout dans cette portion ou bien circonscrite à un ou plusieurs points isolés; dans tous ces cas la vie pourrait durer longtemps sans autre manifestation que le maintien de la couleur, de l'humidité, selon la nature des tissus; sans qu'il y ait ni croissance ni décroissance.

» Cependant elle finirait par s'épuiser et s'éteindre s'il n'y avait que cette vitalité passive des tissus, s'il ne s'y développait un organe excitateur, un phyton. Nous reconnaissons toutefois que tant qu'il y a vie, il y a fonction, que les tissus, les circonstances étant favorables, peuvent accroître leurs dimensions en tous sens, c'est-à-dire grossir leurs cellules (les grandir) et même en augmenter le nombre sans qu'il y ait changement organique, comme on doit l'entendre, sans qu'il y ait transformation d'organe.

» Mais dès qu'une cellule s'anime et marche vers la création d'un ou plusieurs organes, comme pendant leur développement, la vie se réveille, en quelque sorte, dans les fluides ainsi que dans les tissus. Les fluides se transmettent et rayonnent dans toutes les directions autour de ce corps excitateur (le phyton), avec lequel les autres tissus restent unis et vont par là perpétuer longtemps encore leur vie cellulaire, mais cellulaire seulement; car la vie organique, celle qui se manifeste dans un organe ou par un organe, ne peut jamais être dite que de celle qui anime un phyton, c'est-à-dire un être végétal entier quels que soient son développement, son âge, etc.

» Ainsi, un fragment de tige, de racine, de fruit, de feuille ou de fleur ne peut plus vivre que de la vie cellulaire tant qu'une de ses cellules ne s'est pas convertie en phyton.

» Les vaisseaux, dès qu'ils ont été lacérés, cessent de remplir leurs fonctions physiologiques propres et n'agissent plus, lorsqu'ils sont brisés ou obstrués à leurs extrémités, que comme de simples cellules modifiées.

» Le végétal (phyton) une fois constitué, fournit généralement autant de racines (entières ou divisées) qu'il a donné de phytons ou feuilles, et ces racines, douées au plus haut degré de la force hydroscopique, se dirigent vers les milieux les plus favorables et vont chercher au loin un aliment plus abondant et plus substantiel. Quant aux tissus qui l'ont produit, après avoir péniblement parcouru les phases de leur vie cellulaire, ils s'épuisent, se flétrissent et meurent d'ordinaire, lorsqu'ils ne lui sont pas entièrement greffés et qu'ils ne partagent pas en tous points son existence physiologique, ce qui est rare dans la nature.

» Ordinairement, le nouveau bourgeon (le simple phyton même) répand

la vie fonctionnelle dans des tissus qui, sans lui, n'auraient pu accomplir que la vie cellulaire. Les preuves ne manquent pas. Si, par exemple, on tronque un arbre en lui coupant transversalement le tronc au-dessous des rameaux, cet arbre mourra infailliblement, à moins qu'il ne donne promptement des bourgeons visibles ou latents.

» S'il en produit, la vie physiologique, un moment ralentie, se réveillera avec une nouvelle activité et l'on verra de vigoureux rameaux se former comme par enchantement, se couvrir et se couronner de feuilles dont les prolongements radiculaires iront s'étendre à la surface de tous les tissus ligneux anciens du tronc (1).

» Dans ce cas, les vieux tissus, selon leur nature organique, animés par les nouveaux, peuvent s'unir à eux par des greffes naturelles et exister longtemps encore de la vie organique qui leur est communiquée.

» Les tissus vasculaires des uns vont chercher les tissus vasculaires des autres; ils s'organisent et se marient d'après les lois qui les régissent sous l'égide des cellules (fluides cellulifères) qui les cimentent, les protégent et les nourrissent.

» C'est de cette façon que l'existence se perpétue dans les végétaux : de nouveaux individus viennent vivifier et nourrir les anciens, dont les organes sont usés et réduits à une faible puissance physiologique et n'auraient plus sans cela que l'existence annuelle des plantes herbacées.

» Tous les phénomènes ordinaires de la végétation pourraient être pris comme exemples de ce fait, qui renferme à lui seul toute l'histoire de la bouture, de la greffe et celle des autres moyens artificiels de la multiplication des plantes. Je me bornerai à signaler les plus concluants.

» La tige tronquée sur laquelle se développent des bourgeons naturels ou greffés, les boutures de tiges, de racines, de feuilles et de toutes les autres parties végétales vivantes, sont spécialement les exemples qu'il me faut citer à l'appui de cette supposition.

» Les boutures sans bourgeons et sans canal médullaire, celles surtout faites avec les racines du *maclura,* sont sans contredit les plus remarquables.

» Dans ces cas divers, les tissus ligneux ou radiculaires des nouveaux bourgeons vont chercher les tissus ligneux des années précédentes, aux-

(1) Gaudichaud, *Organog.*, tab. 17, f. 8.

quels ils s'unissent et se collent, tandis que ceux de la nouvelle écorce se greffent plus ou moins intimement avec ceux de l'ancienne.

» Jusqu'à ce jour j'avais aussi regardé la formation de l'embryon comme appartenant à cet ordre de faits; mais, d'après de récentes observations de M. Schleiden, il paraît que je me suis trompé (1).

» D'ailleurs, il est bien entendu que cette seconde supposition s'applique aussi aux trois dernières classes de végétaux, aux pseudocotylédones, aux monocotylédones et aux dicotylédones.

» Cette seconde supposition générale admise, les difficultés soulevées à la page 1010, relativement à la dissémination des plantes à la surface du globe, vont cesser.

» En effet, dès que nous admettons qu'une partie végétale quelconque, que le moindre fragment de feuille, par exemple, peut donner naissance à un nouvel être, tous les obstacles vont s'aplanir et disparaître aussitôt.

» Rien ne s'opposera plus à ce que nous fassions voyager tous les végétaux d'une limite à l'autre de la terre, puisque toutes les forces atmosphériques nous viendront en aide, et qu'il est démontré physiquement que, dans certaines conditions, les corps pesants peuvent être supportés par les corps rares, et qu'un fragment de plante, enveloppé de vapeurs nuageuses, peut voguer dans l'espace comme un corps poreux et pénétré d'air flotte dans l'eau.

» La force impulsive des nuages électrisés et des vents réguliers ou irréguliers, expliquera le reste. Il ne faudra plus à la parcelle végétale, jetée sur une terre éloignée, que les conditions favorables précitées de lumière, de chaleur, d'humidité et d'électricité, pour enfanter de nouveaux individus typiques.

TROISIÈME SUPPOSITION GÉNÉRALE.

» La seconde supposition, celle qui admet qu'une cellule d'un tissu quelconque, placée dans des circonstances favorables, peut, encore unie aux autres cellules ses congénères, s'animer pour produire un végétal complet, nous conduit tout naturellement à la théorie des bourgeons normaux, axifères et axillaires; anormaux ou adventifs, qu'on voit chaque jour se développer sur toutes les parties des tiges et des racines plus ou moins exposées au contact de l'air.

---

(1) Voyez l'article *Fécondation*. (Je le donnerai prochainement.)

» Les bourgeons produits dans ce dernier cas restent pour ansi dire dans le cadre de la seconde supposition, dont ils ne diffèrent en effet que parce qu'ils se forment sur des individus entiers, animés par la vie normale, simplement cellulaire ou cellulo-vasculaire. Mais il n'en est pas de même des autres, de ceux qui se créent normalement aussi au sommet des rameaux, dans l'aisselle des feuilles, où ils s'échappent d'entre les faisceaux vasculaires, comme un enfant des bras de sa mère.

» Quelles sont donc les conditions favorables qui président à l'animation d'une cellule, de celle qui commence un bourgeon axifère ou axillaire, par exemple?

» Cette question m'est venue bien souvent à la pensée, sans que j'aie pu jamais en trouver ni même en entrevoir la solution.

» C'est que tout ce que nous étudions est d'autant plus enveloppé de mystère, que nous pénétrons davantage dans les profondeurs de la science; c'est qu'il y a là, pour nous rappeler à la condition humaine qui nous est répartie, une insurmontable barrière que ne peut franchir notre intelligence bornée. Obéissons donc à notre destinée! Limitons nos vœux et contentons-nous d'expliquer les faits auxquels nos lumières nous permettent d'atteindre.

» Nous avons dit que le bourgeon axillaire est produit par la vitalité individuelle du mérithalle tigellaire ou phytonien, et ce sont nos études sur la germination qui nous ont enseigné ce fait constant.

» Là une cellule est normalement animée sans le secours de la fécondation, à moins qu'on ne veuille supposer que les sucs élaborés qui descendent du mérithalle immédiatement situé au-dessus jouissent de cette faculté, ou qu'on veuille admettre que des principes persistants de la fécondation, introduits par endosmose dans la circulation générale, sont dirigés selon certaines conditions vers les points turgides et avivés, ce que rien toutefois ne nous a encore prouvé. Mais, dans ce cas, comment expliquer la formation des bourgeons axifères et axillaires, ceux de quelques embryons surtout, ceux des *arachis* par exemple? Plus j'ai réfléchi sur ce phénomène, et plus j'ai été porté à admettre que dans les cas divers de bourgeonnement, ceux de la fécondation compris, le phénomène de l'animation cellulaire ne peut être produit que par un effet d'endosmose et de nutrition exubérante.

» Mais, nous l'avons déclaré en commençant, nous voulons bien plus soulever ici toutes les questions pour les mettre en évidence que les résoudre toutes; nous voulons montrer cette partie de la science sous ses faces

diverses, afin qu'elle puisse être vue, étudiée et jugée par ceux qui cherchent franchement la vérité.

QUATRIÈME SUPPOSITION GÉNÉRALE.

» Après les trois premières suppositions, nous nous trouvons conduits à en admettre une quatrième bien plus évidente encore, et qui vient pour ainsi dire fortifier les précédentes, sinon en démontrer complétement la vérité. Je veux parler du développement de l'embryon.

» Quels que soient les phénomènes de la fécondation (1) et les idées théoriques qui se rattachent au développement de l'embryon (question que j'aborderai bientôt); que la vérité soit du côté des anciens ou des nouveaux physiologistes; que la cellule primitive constituant le germe émane des tissus adjacents ou ne soit que l'extrémité fermée en cœcum du boyau pollinique, comme le soutient M. Schleiden, ou résulte d'une cellule allongée du placenta animée et en quelque sorte alimentée par un trajet vasculaire ascendant, ainsi que j'ai cru le reconnaître depuis; toujours est-il que l'embryon commence par une cellule distincte, souvent isolée et suspendue à l'extrémité d'un long cordon ombilical (2). Les bons observateurs s'accordent tous en ce point.

» Ce qui n'a peut-être jamais été dit encore, et ce que j'ai pourtant observé bien souvent, c'est que cette cellule embryofère ne se forme et ne parcourt les phases de son développement, que sous certaines conditions organiques de l'ovule que je tenterai de faire connaître dans tous leurs détails dès que je pourrai entrer à fond dans cette partie importante de la science.

» Je dirai cependant par anticipation que ces conditions se lient à l'organisation du funicule, du raphé, de la chalaze et des vaisseaux chalaziens, dont j'ai fait de minutieuses analyses que je crois propres à jeter quelque jour sur les mystérieux phénomènes de la fécondation, sur la formation et le développement de l'embryon, comme sur les causes de la stérilité de certains ovules, dans un grand nombre de végétaux d'ailleurs fertiles, mais chez lesquels une partie des ovules imparfaitement organisés restent souvent stériles (*dracœna*, *scilla*, *hyacinthus*, etc.)

---

(1) Sous peu de jours je donnerai une note sur ce sujet important.

(2) Gaudichaud, *Organographie*, pl. I, fig. 14; pl. VI, fig. 26, 32, 34, 36, 38, 40 à 43, 47 à 53.

» Ces analyses semblent, de prime abord, infirmer les nouvelles théories de M. Schleiden sur l'origine de l'embryon, ou prouver au moins que, si cet embryon ne se forme pas au sommet d'un vaisseau ou d'un trajet vasculaire chalazien, ainsi que je le croyais avant le travail de ce savant, la présence de ces vaisseaux ou trajets, destinés à vivifier peut-être, à injecter et à rendre turgescents les tissus des feuillets ou enveloppes de l'ovule, est du moins indispensable à la fécondation : ce qu'on admettra d'ailleurs dans toutes les hypothèses.

» Cette quatrième et dernière supposition générale qui admet la cellule embryofère isolée, suspendue par un fil souvent fort long, ne vient-elle pas confirmer les trois premières, et en faire reconnaître la vérité?

» Chacun ne verra-t-il pas dans cette cellule suspendue à un fil microscopique la démonstration des trois suppositions qui ont précédé celle-ci?

» N'est-ce donc pas d'un côté un exemple pour ainsi dire évident de la cellule libre, isolée, vivant dans un milieu favorable à son développement; et de l'autre un exemple de la cellule dépendante, encore unie, par un seul fil, il est vrai, soit à la masse pollinique qui aurait envoyé le sac embryofère, d'après l'une des théories, soit une cellule allongée du placenta, comme je l'ai souvent observé (oranger) depuis deux ans, soit enfin aux tissus intérieurs des ovaires et des ovules, d'après moi et d'autres observateurs?

» Cette dernière supposition étant admise, il ne nous restera plus d'entraves à vaincre, car les observations directes et positives, les faits matériels et concluants commencent en ce point.

» En effet, la cellule embryofère une fois reconnue, rien n'est plus facile que de la suivre dans ses phases de développement jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à l'état d'embryon parfait. C'est ce que j'ai fait du moins pour les embryons de quelques groupes végétaux, et spécialement pour ceux des cycadées, des gnétacées, des conifères, des nymphæacées et des pipéracées, dans lesquels les cordons suspenseurs sont généralement très-longs et quelquefois rameux.

» Ce que j'ai dit dans la première supposition pour le développement des cellules des quatrième et cinquième groupes, les végétaux monocotylédones et dicotylédones, s'applique parfaitement aussi aux végétaux compris dans la troisième, qui concerne les végétaux pseudocotylédonés, auxquels on refuse des trachées, mais qui n'en ont pas moins pour cela un système ascendant. Ce sont les mêmes phénomènes qui ont lieu dans les trois dernières suppositions.

» Ainsi donc, que la cellule soit isolée, qu'elle fasse partie d'un fragment végétal encore vivant, d'un végétal entier, ou qu'elle soit suspendue dans un ovule, elle produira toujours un individu nouveau et tout à fait semblable à celui d'où elle provient.

» Vous l'avez déjà pressenti, messieurs, les faits que j'énonce ici sous forme de suppositions sont pour moi des vérités plus ou moins complétement démontrées.

» Mais quand on se présente devant l'Académie des Sciences avec des théories tout établies, il faut aussi se présenter avec des preuves multipliées et irrécusables.

» Il faut prouver les faits et les expériences qui sont à l'appui, en montrer les résultats et les présenter de manière à lever tous les doutes, à entraîner toutes les convictions.

» Or, les expériences que j'ai faites sont pour moi aussi nombreuses que concluantes; mais celles dont j'ai encore besoin pour satisfaire entièrement quelques esprits peut-être prévenus sont si lentes à fournir leurs résultats, et ceux-ci, en général, sont d'une si difficile conservation, que je pense devoir attendre, ne me croyant pas suffisamment appuyé par les exemples positifs que je pourrais produire. Je travaille sans relâche à réunir les faits les plus concluants; cependant, comme le moindre d'entre eux demande souvent des années d'expériences, il me faudra peut-être longtemps encore avant de pouvoir réunir les éléments que je compte offrir à l'appui des théories que j'ai adoptées. En attendant, je prie l'Académie de vouloir bien accueillir avec indulgence ce premier coup d'œil jeté sur ce sujet immense et si important, et de me pardonner la forme dubitative, si hors de ses habitudes, que j'ai osé employer : je n'ai pas trouvé de meilleur moyen pour lui communiquer un aperçu de mes idées sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux, et sur des théories qui doivent être discutées et sanctionnées par elle, avant d'acquérir la force de lois scientifiques qu'elles auront peut-être un jour.

» Par cette communication imparfaite, je compte abréger de moitié au moins la tâche que je me suis imposée, parce que si je suis parvenu à me faire comprendre, et si l'Académie vient à partager mes convictions, chacun se dirigera avec moi vers le même but indiqué, et tout me porte à penser que je ne serai pas alors le premier à l'atteindre.

» Sous peu de jours, je donnerai les articles Sève, Cambium, Nutrition, Fécondation, Germination, etc., et je terminerai ce résumé par des Recherches sur la vie des végétaux. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Mémoire sur un théorème fondamental, dans le calcul intégral; par* M. A. CAUCHY.

« Dans la théorie des équations, les géomètres ont avec raison considéré comme fondamentale la question de savoir si toute équation a une racine. Pareillement, dans le calcul intégral, une des questions les plus importantes, une question fondamentale consiste évidemment à savoir si toute équation différentielle ou aux dérivées partielles peut être intégrée, et si un système de semblables équations peut l'être pareillement. Or, ce qui a droit de nous surprendre au premier abord, c'est que, malgré les nombreux travaux des géomètres sur le calcul intégral, cette question si importante ne se trouve nulle part résolue dans toute sa généralité. A la vérité l'existence des intégrales générales des équations différentielles, qui renferment une seule variable indépendante, se trouve maintenant établie par deux méthodes diverses que j'ai données, la première dans mes leçons à l'École Polytechnique, la seconde dans un Mémoire lithographié de 1835. A la vérité encore l'existence des intégrales générales des équations aux dérivées partielles se trouve établie dans certains cas où l'on parvient à intégrer ces équations, par exemple, lorsqu'elles se réduisent soit à une seule équation du premier ordre, soit à des équations linéaires dans lesquelles les coefficients des inconnues et de leurs dérivées demeurent constants. Mais un système quelconque d'équations différentielles ou aux dérivées partielles admet-il toujours un système correspondant d'intégrales générales? Tel est le problème dont la solution m'a paru digne de l'attention des géomètres. Cette solution repose sur des considérations que je vais indiquer en peu de mots.

» Depuis longtemps les géomètres, en supposant, sans le démontrer, que toute équation différentielle ou aux dérivées partielles admet une intégrale générale, ont regardé la formule de Taylor comme un moyen de développer cette intégrale en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes et entières d'un accroissement i attribué à une variable indépendante t, qui peut être censée représenter le temps. D'ailleurs, à l'aide d'un théorème général que j'ai donné en 1831, et qui est relatif au développement des fonctions, l'on peut s'assurer que, dans le cas où la série obtenue est convergente, la somme de cette série vérifie, comme intégrale, l'équation différentielle ou aux dérivées partielles, au moins pour des valeurs numériques ou pour des modules de l'accroissement i, qui ne dépassent pas

une limite fixe. Il y a plus : la même remarque est applicable aux sommes des séries que l'on obtient, lorsqu'en admettant l'existence des intégrales générales d'un système d'équations différentielles ou aux dérivées partielles, on cherche à développer ces intégrales par la formule de Taylor. Mais, dans tous les cas, il restait à démontrer que les séries obtenues étaient convergentes, du moins pour des modules de i suffisamment petits. Or ce but peut être atteint à l'aide d'un théorème fondamental qui détermine non-seulement une limite en-deçà de laquelle le module de i peut varier arbitrairement sans que les séries obtenues cessent d'être convergentes, mais encore une limite de l'erreur que l'on commet en arrêtant chaque développement après un certain nombre de termes. La démonstration de ce théorème fondamental repose, comme on le verra ci-après, sur les principes du nouveau calcul que j'ai nommé *calcul des limites*, et sur un artifice d'analyse qui peut recevoir de nombreuses et utiles applications.

ANALYSE.

Sur les modules des fonctions et sur les limites de ces modules.

» Considérons d'abord une seule fonction

$$u = f(x, y, z, \ldots, t)$$

de diverses variables

$$x, y, z, \ldots, t;$$

attribuons à ces variables des accroissements imaginaires

$$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, \ldots, \bar{t}$$

dont les modules, représentés par

$$\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z}, \ldots, \mathrm{t},$$

soient tellement choisis que, pour ces mêmes modules, ou pour des modules plus petits, l'expression

$$f(x + \bar{x}, y + \bar{y}, z + \bar{z}, \ldots, t + \bar{t})$$

reste fonction continue des arguments et des modules des accroissements

imaginaires

$$\bar{x},\ \bar{y},\ \bar{z},\ldots,\ \bar{t};$$

enfin, soit

$$(1)\qquad v = \Lambda f(x+\bar{x},\ y+\bar{y},\ z+\bar{z},\ldots,\ t+\bar{t})$$

le plus grand des modules que puisse acquérir l'expression

$$f(x+\bar{x},\ y+\bar{y},\ z+\bar{z},\ldots,\ t+\bar{t}),$$

quand on y fait varier les arguments des accroissements imaginaires

$$\bar{x},\ \bar{y},\ \bar{z},\ldots,\ \bar{t},$$

en laissant leurs modules invariables. On aura, d'après les principes du calcul des limites, non-seulement

$$\text{mod. } f(x,\ y,\ z,\ldots,\ t) < v,$$

mais encore

$$(2)\qquad \text{mod. } D_x^l D_y^m \ldots D_t^n f(x,\ y,\ z,\ldots,\ t) < N\frac{v}{\mathrm{x}^l\,\mathrm{y}^m\ldots\mathrm{z}^n},$$

la valeur de N étant

$$N = (1.2\ldots l)\,(1.2\ldots m)\ldots(1.2\ldots n).$$

D'autre part, si la fonction $u = f(x,\ y,\ z,\ldots,\ t)$ devient réciproquement proportionnelle à chacune des variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

c'est-à-dire, si l'on pose

$$u = f(x,\ y,\ z,\ldots,\ t) = ax^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots t^{-1},$$

a désignant une quantité constante, on en conclura

$$(3)\qquad D_x^l D_y^m \ldots D_t^n f(x,\ y,\ z,\ldots,\ t) = N\frac{u}{(-x)^l\,(-y)^m\ldots(-t)^n};$$

et, si dans le second membre de la formule (3) on remplace

$$x,\quad y,\quad z,\ldots,\ v,$$

par

$$-x, -y, -z, \ldots, v,$$

on retrouvera évidemment le second membre de la formule (2). En conséquence, on peut énoncer généralement la proposition suivante.

» 1er *Théorème.* Concevons que, dans une fonction donnée de diverses variables

$$x, y, z, \ldots, t,$$

on attribue à ces variables des accroissements imaginaires dont les modules

$$x, y, z, \ldots, t$$

soient tels que, pour ces modules et pour des modules plus petits, la fonction reste continue par rapport aux arguments et aux modules des accroissements imaginaires dont il s'agit. Soit d'ailleurs v le plus grand des modules de la fonction qui correspondent aux modules

$$x, y, z, \ldots, t$$

des accroissements. Si, avant de faire croître les variables

$$x, y, z, \ldots, t,$$

on différentie une ou plusieurs fois la fonction donnée par rapport à une ou à plusieurs de ces variables, on obiendra une dérivée d'un certain ordre, et pour trouver une limite supérieure au module de cette dérivée, il suffira, 1° de réduire la fonction donnée à un produit de la forme

$$ax^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots t^{-1};$$

2° de calculer, pour ce cas particulier la valeur de la dérivée, et d'y remplacer le produit $u = ax^{-1}y^{-1}z^{-1}\ldots t^{-1}$ par v, ou, ce qui revient au même, la constante a par le produit $vxyz\ldots t$, puis les variables

$$x, y, z, \ldots, t$$

par les modules

$$x, y, z, \ldots, t,$$

pris chacun avec le signe $-$.

» La proposition que nous venons d'établir entraîne immédiatement le théorème fondamental dont voici l'énoncé.

» 2ᵉ *Théorème.* Soient

$$(4) \qquad I_0, \; I_1 i, \; I_2 i, \ldots,$$

les divers termes d'une série ordonnée suivant les puissances ascendantes d'une certaine variable i; et concevons que, dans cette série, les coefficients

$$I_0, \; I_1, \; I_2, \ldots$$

se réduisent à des polynomes composés de termes dont chacun soit le produit d'un nombre constant ou plus généralement d'une constante positive par les dérivées de divers ordres de diverses fonctions

$$u, \; v, \; w, \ldots,$$

ou même par des puissances de ces dérivées. Soient d'ailleurs

$$x, \; y, \; z, \ldots, \; t$$

les variables qui entrent dans les fonctions $u, v, w, \ldots$; soient encore

$$\mathrm{x}, \; \mathrm{y}, \; \mathrm{z}, \ldots, \; \mathrm{t}$$

les modules d'accroissements imaginaires attribués à ces variables, et tellement choisis que pour ces modules ou pour des modules plus petits, les fonctions, modifiées en vertu de ces accroissements, restent continues par rapport aux arguments et aux modules des accroissements dont il s'agit. Enfin soient

$$\mathfrak{v}, \; \mathfrak{v}', \; \mathfrak{v}'', \ldots$$

les plus grands modules des fonctions $u, v, w, \ldots$ correspondants aux modules $\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z}, \ldots$ des accroissements imaginaires des variables. Pour obtenir des quantités positives

$$\mathfrak{I}_0, \; \mathfrak{I}_1, \; \mathfrak{I}_2, \ldots$$

respectivement supérieures aux modules des coefficients

$$I_0, \; I_1, \; I_2, \ldots,$$

il suffira de calculer ces coefficients dans le cas particulier où chacune des fonctions $u, v, w, \ldots$ devient le rapport d'un facteur constant

$$a, \text{ ou } a', \text{ ou } a'', \ldots$$

au produit des variables qu'elle renferme, puis d'attribuer aux variables

$$x, y, z, \ldots, t$$

et aux constantes

$$a, \quad a', \quad a'', \ldots$$

les valeurs déterminées par le système des formules

$$(5) \qquad \begin{cases} x = -\mathrm{x}, & y = -\mathrm{y}, \quad z = -\mathrm{z}, \ldots, t = -t, \\ u = \upsilon, & v = \upsilon', \quad w = \upsilon'', \ldots \end{cases}$$

» *Corollaire* 1er. Nommons ι le module de i. Si la série

$$(6) \qquad \mathfrak{I}_0, \ \mathfrak{I}_1 \iota, \ \mathfrak{I}_2 \iota^2, \ldots$$

est convergente, on pourra en dire autant à plus forte raison de la série (4). Soient, dans cette hypothèse,

$$(7) \qquad \mathrm{S} = \mathrm{I}_0 + \mathrm{I}_1 i + \mathrm{I}_2 i^2 + \ldots$$

et

$$(8) \qquad s = \mathfrak{I}_0 + \mathfrak{I}_1 \iota + \mathfrak{I}_2 \iota^2 + \ldots$$

Si, pour calculer les sommes S et s, on arrête les deux séries après un même nombre de termes, le reste de la série (4) offrira évidemment un module inférieur au reste correspondant de la série (6). D'ailleurs, si la somme s peut être présentée sous une forme finie, elle pourra évidemment se déduire d'une valeur particulière de la somme S, par l'artifice de calcul qui sert à transformer I_n en $\mathfrak{I}_n$, et par la substitution du module ι à la variable i.

» *Corollaire* 2e. Les valeurs des inconnues qui doivent vérifier des équations différentielles ou aux dérivées partielles se développent, par la formule de Taylor ou de Maclaurin, en séries précisément semblables à la série (4). Donc les principes que nous venons d'établir s'appliquent à l'intégration de ces équations par séries, et, pour démontrer l'existence de leurs intégrales générales dans tous les cas, il suffit d'intégrer ces équations dans

le cas particulier où chacune des fonctions qui forment leurs seconds membres devient réciproquement proportionnelle aux quantités variables dont elle dépend. C'est ce que nous expliquerons plus en détail dans les prochaines séances. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur certaines solutions complètes d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre; par* M. A. CAUCHY.

« Soit donnée, entre n variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,$$

et l'inconnue ϖ, l'équation aux dérivées partielles du premier ordre

$$(1)\qquad F(x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s) = 0,$$

dans laquelle on a

$$p = D_x\varpi,\quad q = D_y\varpi,\quad r = D_z\varpi,\ldots,\quad s = D_t\varpi.$$

Si les équations différentielles, que l'on substitue à cette équation aux dérivées partielles, sont intégrées de manière que, pour $t = \tau$, on ait

$$x = \xi,\quad y = \eta,\quad z = \zeta,\quad \varpi = \omega,\ldots,\quad p = \varphi,\quad q = \chi,\quad r = \psi,\ldots,$$

les intégrales obtenues pourront être présentées sous la forme

$$(2)\qquad \left\{\begin{array}{l} \mathfrak{X} = \xi,\quad \mathfrak{Y} = \eta,\quad \mathfrak{Z} = \zeta,\ldots,\ \Omega = \omega,\\ \mathfrak{P} = \varphi,\quad \mathfrak{Q} = \chi,\quad \mathfrak{R} = \psi,\ldots,\end{array}\right.$$

$\mathfrak{X},\ \mathfrak{Y},\ \mathfrak{Z},\ldots,\ \Omega,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots$ désignant des fonctions de

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots$$

qui ne renfermeront aucune des constantes arbitraires

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\ \omega,\ \varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots;$$

et si, en supposant que ces constantes arbitraires deviennent variables, on désigne, avec M. Binet, par la caractéristique δ une différentiation relative à leur système, on pourra, comme j'en ai fait la remarque (page 889), ramener l'intégration de l'équation (1), ou, ce qui revient au même, l'intégration de l'équation différentielle

$$(3)\qquad d\varpi = p\,dx + q\,dy + r\,dz + \ldots + s\,dt,$$

dans laquelle les $2n+1$ variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,\ t,\ \varpi,\ p,\ q,\ r,\ldots,\ s$$

sont liées entre elles par la formule (1), à l'intégration de l'équation différentielle

$$\delta\omega = \varphi\delta\xi + \chi\delta\eta + \psi\delta\zeta + \ldots, \tag{4}$$

qui ne renferme plus que $2n-1$ variables

$$\xi,\ y,\ \zeta,\ldots,\ \omega,\ \varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots$$

Or on vérifie évidemment l'équation (4) en supposant constantes ou les quantités

$$\xi,\ \eta,\ \zeta,\ldots,\ \omega, \tag{5}$$

ou les quantités

$$\varphi,\ \chi,\ \psi,\ldots,\ \omega - \varphi\xi - \chi\eta - \psi\zeta - \ldots; \tag{6}$$

ou bien encore en supposant constantes l'une des deux quantités ξ, φ, avec l'une des deux quantités η, χ, avec l'une des deux quantités ζ, ψ,..., en même temps que l'expression à laquelle se réduit le polynome

$$\omega - \varphi\xi - \chi\eta - \psi\zeta - \ldots$$

lorsque, parmi les termes négatifs

$$-\varphi\xi,\ -\chi\eta,\ -\psi\zeta,\ldots,$$

on conserve seulement ceux dans lesquels les premiers facteurs sont considérés comme constants. Cette simple observation fournit immédiatement, et sans aucune intégration nouvelle, les diverses solutions complètes dont j'ai parlé dans la Note que renferme le *Compte rendu* de la dernière séance. Ainsi, en particulier, il en résulte que l'on obtiendra une solution complète, en supposant les valeurs de l'inconnue ϖ et de ses dérivées p, q, r,..., déterminées soit par le système des équations (1), soit par le système des suivantes :

$$\mathfrak{P} = \varphi,\quad \mathfrak{Q} = \chi,\quad \mathfrak{R} = \psi,\ldots,\quad \Omega - \mathfrak{P}\mathfrak{x} - \mathfrak{Q}\mathfrak{y} - \mathfrak{R}\mathfrak{z} - \ldots = v, \tag{7}$$

φ, χ, ψ, ..., υ désignant des constantes arbitraires. Plus généralement, on obtiendra une solution complète, si l'on suppose les valeurs de ϖ, p, q, r,... déterminées par l'une des équations

$$\mathfrak{x} = \xi, \quad \mathfrak{P} = \varphi,$$

jointe à l'une des équations

$$\mathfrak{y} = \eta, \quad \mathfrak{Q} = \chi,$$

puis à l'une des équations

$$\mathfrak{z} = \zeta, \quad \mathfrak{R} = \psi, \ldots,$$

et enfin à l'équation

$$\Omega - \mathfrak{P}(\mathfrak{x} - \xi) - \mathfrak{Q}(\mathfrak{y} - \eta) - \mathfrak{R}(\mathfrak{z} - \zeta) \ldots = \text{constante},$$

et si dans ces diverses équations on considère chacune des lettres

$$\xi, \eta, \zeta, \ldots, \varphi, \chi, \psi, \ldots$$

comme représentant une constante arbitraire. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à l'action motrice exercée sur la surface de plusieurs liquides, tant par l'influence de la vapeur de certaines substances que par le contact immédiat de ces mêmes substances; par* M. **Dutrochet.**

« Les corps légers flottant à la surface de l'eau ou du mercure sont repoussés à distance par l'influence des vapeurs qu'émettent plusieurs substances très-volatiles, telles que le camphre, les huiles essentielles, l'éther, l'alcool, le méthylène, l'acide acétique pur, l'acide nitrique et l'acide chlorhydrique. Par quel mécanisme s'opère cette répulsion? Les physiciens admettent généralement aujourd'hui que cette répulsion consiste dans une impulsion donnée aux corps légers flottant par l'expansion rapide de la vapeur, laquelle agirait ainsi à la manière d'un *souffle*. Les expériences que je vais exposer, infirmeront complétement cette théorie et feront voir, en même temps, que les phénomènes auxquels elle se rapporte, dépendent de l'action d'une force particulière, laquelle réclame toute l'attention des physiciens.

» Pour faire les expériences que je vais exposer, je place sur la surface des liquides des corps pulvérulents que ces liquides ne puissent pas dissoudre et qui soient assez légers pour y flotter librement. Ainsi je me sers, suivant les circonstances, de râpure de liége, de poudre de lycopode, de noir de fumée, de fleur de soufre, etc.; je suspends à une tige de verre une goutte du liquide volatil qui doit donner du mouvement à ces corps légers flottant, et je la leur présente à peu de distance. Voici une partie des faits que j'ai observés.

» La vapeur de l'ammoniaque repousse vivement les corps légers flottant sur la surface de l'eau; elle ne les repousse point du tout sur la surface du mercure sec. On pourrait expliquer cela en disant que l'absence de la répulsion sur le mercure proviendrait de ce que ce métal opposant plus de résistance que l'eau à la progression des corps flottants, la vapeur de l'ammoniaque n'aurait pas une expansion assez puissante ou un *souffle* assez fort pour vaincre cette résistance qu'elle parviendrait facilement à vaincre sur la surface de l'eau; mais l'expérience suivante infirme cette explication. La vapeur de l'acide nitrique repousse d'une manière presque insensible les corps légers flottant sur la surface de l'eau, et cela seulement dans le premier instant de l'approche de cette vapeur; elle n'y produit plus ensuite aucune action motrice. Si même l'eau n'est pas parfaitement pure, si elle contient des sels calcaires, ainsi que cela a lieu pour la plupart des eaux de source, la vapeur de l'acide nitrique ne repousse point du tout les corps légers flottant à la surface de cette eau. Or cette même vapeur repousse très-vivement ces mêmes corps flottant sur la surface du mercure. L'explication ci-dessus, fondée sur la différence de la résistance qu'opposeraient l'eau et le mercure à la progression des corps flottants, tombe évidemment devant cette dernière expérience dans laquelle on voit une vapeur repousser les corps légers sur la surface du mercure, et les repousser à peine, ou même ne les point repousser du tout sur la surface de l'eau. Ce n'est donc point par leur expansion rapide, agissant à la manière d'un *souffle*, que les vapeurs des substances très-volatiles repoussent les corps légers flottant à la surface des liquides; car on ne voit pas pourquoi, selon la nature de la vapeur, son *souffle* serait tantôt puissant au-dessus de l'eau et impuissant au-dessus du mercure, et tantôt, à l'inverse, serait puissant au-dessus du mercure et impuissant au-dessus de l'eau. Mais voici d'autres faits qui infirmeront encore davantage la théorie que je combats.

» La vapeur de l'éther est celle qui a le plus de puissance pour repousser les corps légers flottant à la surface des liquides. Comme c'est aussi le

liquide le plus rapidement vaporisable, cela tendrait à venir à l'appui de la théorie qui fait dériver de l'expansion rapide de la vapeur, ou de son *souffle*, la répulsion des corps légers flottants. La vapeur de l'éther repousse ces corps sur l'eau, sur le mercure, sur les huiles fixes, sur l'huile essentielle de térébenthine, sur les solutions aqueuses d'alcalis fixes qui n'excèdent pas un certain degré de densité; elle les repousse également sur les acides, et c'est ici que je vais exposer des faits nouveaux et curieux.

» J'ai mis flotter de la fleur de soufre à la surface de l'acide sulfurique concentré : c'est à peu près la seule substance pulvérulente qui puisse se maintenir flottant sur cet acide. Ayant présenté au-dessus de sa surface une goutte d'éther sulfurique suspendue à une tige de verre, je vis, avec surprise, que la fleur de soufre était attirée par la goutte d'éther. J'observai le même phénomène en mettant à la surface de l'acide d'autres corps légers qui pouvaient s'y soutenir pendant un temps très-court, sans doute, mais cependant suffisant pour pouvoir constater le phénomène, lequel ainsi n'est point particulier à la fleur de soufre. Mon acide concentré possédait la densité 1,82. J'en étendis une partie avec un peu d'eau distillée. Cet acide, ainsi pourvu d'une densité moindre, continue à présenter l'attraction des corps légers sur sa surface par la goutte d'éther. Je continuai à affaiblir mon acide, et lorsqu'il eut pris, par l'adjonction d'une suffisante quantité d'eau, la densité 1,546 (environ 2 volumes d'acide sulfurique concentré sur 1 volume d'eau), je n'observai plus l'attraction des corps légers qu'il tenait flottant lorsque je présentai une goutte d'éther près de sa surface. Ainsi l'acide sulfurique ayant une dilution telle qu'il possédait la densité 1,546, les corps légers quelconques flottant à sa surface ne reçoivent plus aucun mouvement par l'approche d'une goutte d'éther sulfurique. Je ferai observer que lorsque l'acide sulfurique commence à être étendu d'eau, il devient bien plus facile de varier la nature des corps légers que l'on met flotter à sa surface qu'il ne l'était lorsque l'acide était concentré. La température, pendant ces expériences, varia de + 20 à + 21 degrés cent., et mes solutions d'acide sulfurique dans l'eau possédaient cette température ambiante, à laquelle je les ramenais par un prompt refroidissement; car on sait qu'en mêlant l'acide sulfurique à l'eau, il se développe beaucoup de chaleur. Lorsque j'en vins à l'emploi de l'acide sulfurique pourvu d'une densité un peu inférieure à 1,546, j'observai, à l'approche de la goutte d'éther, une faible répulsion des corps légers flottant à sa surface. En employant ensuite de l'acide dont la dilution était de plus en plus grande, et dont, par conséquent, la densité était de plus en plus faible, je vis s'augmenter l'énergie de la

répulsion des corps légers flottant par l'approche de la goutte d'éther.

» Ainsi l'on voit, dans ces expériences, la même goutte de liquide volatil, à une même température, agissant, par sa vapeur, sur la surface du même acide à des degrés différents de densité, opérer l'attraction des corps légers flottant à la surface de cet acide, tant que la densité de ce dernier est supérieure à 1,546, et, au contraire, opérer la répulsion de ces mêmes corps flottant lorsque la densité de l'acide est inférieure à la densité moyenne 1,546, densité moyenne à laquelle il n'y a ni attraction, ni répulsion.

» L'ammoniaque liquide m'a offert, dans ce genre d'expériences, des phénomènes analogues à ceux qui m'avaient été présentés par l'éther. Je présentai une goutte d'ammoniaque au-dessus de la surface de l'acide sulfurique concentré sur lequel flottait de la fleur de soufre. La température était alors à + 21 degrés cent. Je n'aperçus aucun mouvement sur la surface de l'acide. Je mis en usage, pour la même expérience, de l'acide graduellement affaibli par l'adjonction de l'eau distillée jusqu'à la densité 1,0675 (environ 11 volumes d'eau sur 1 volume d'acide sulfurique concentré); je vis toujours la même immobilité des corps légers flottant sur la surface de l'acide, auquel je présentais une goutte d'ammoniaque. Je ne me rebutai point, et je continuai à soumettre à cette expérience de l'acide sulfurique de plus en plus affaibli. Lorsque enfin je fus arrivé à une dilution de l'acide telle qu'il ne possédât plus que la densité 1,045 (environ 19 volumes d'eau sur 1 volume d'acide sulfurique concentré), je commençai à voir que la goutte d'ammoniaque attirait les corps légers flottant sur la surface de l'acide : cette attraction devint très-manifeste lorsque la densité de l'acide fut abaissée à 1,033. Je continuai à augmenter la dilution de l'acide, observant toujours l'attraction opérée sur sa surface par l'approche d'une goutte d'ammoniaque, et cela jusqu'à ce que cette dilution toujours croissante eût amené l'acide à la densité 1,00068 (environ 1199 volumes d'eau sur 1 volume d'acide sulfurique concentré); alors je n'observai plus aucun mouvement sur la surface de l'acide, lors de l'approche de la goutte d'ammoniaque. Ayant augmenté la dilution de cette dernière solution d'acide sulfurique, en lui ajoutant un volume d'eau égal au sien, je vis que les corps légers flottant à sa surface furent repoussés par l'approche de la goutte d'ammoniaque. Je continuai d'observer le même phénomène, en augmentant ensuite indéfiniment la dilution de l'acide sulfurique.

» Ainsi la goutte d'ammoniaque, par son approche de la surface de l'a-

cide sulfurique, produit, sur cette surface, les mêmes phénomènes d'attraction et de répulsion qui y sont produits par l'approche d'une goutte d'éther; mais il y a une très-grande différence dans les densités de l'acide, auxquelles ces phénomènes de mouvement ont lieu dans l'un et dans l'autre cas.

» L'acide nitrique concentré ayant la densité 1,2978, et sur la surface duquel j'ai mis flotter de la râpure de liége m'a offert la répulsion de ces corps légers, par l'approche d'une goutte d'éther. A plus forte raison cette répulsion s'observe-t-elle sur cet acide étendu d'eau. J'ai fait ces expériences et les suivantes par des températures de + 18 à + 20 degrés cent. Si la goutte d'éther ne produit point d'attraction sur la surface de l'acide nitrique, il n'en est pas de même de la goutte d'ammoniaque qui, étant approchée de la surface de cet acide, produit l'attraction des corps légers qui y flottent, tant que la densité de cet acide est supérieur à 1,0096 (environ 31 volumes d'eau sur 1 volume d'acide concentré). A des densités inférieures de cet acide, la goutte d'ammoniaque produit la répulsion des corps légers flottant à sa surface; ces corps légers demeurent immobiles lorsque l'acide nitrique possède la densité moyenne 1,0096.

» L'acide tartrique m'a offert des phénomènes analogues. La goutte d'éther produit constamment la répulsion des corps légers flottant à sa surface, quelle que soit la densité de la solution; densité que j'ai élevée jusqu'à 1,3295 (60 parties d'acide cristallisé sur 100 parties de solution). Il n'en est pas de même par rapport à la goutte d'ammoniaque: tant que la solution d'acide tartrique possède une densité supérieure à 1,0225 (5 parties d'acide cristallisé sur 100 parties de solution), la goutte d'ammoniaque, présentée près de sa surface, attire les corps légers qui y sont flottants. Lorsque la densité de cet acide est inférieure à 1,0225, la goutte d'ammoniaque repousse, au contraire, ces corps légers. Lorsque la solution de cet acide possède la densité moyenne 1,0225, les corps légers flottant à sa surface ne sont ni attirés ni repoussés par la goutte d'ammoniaque. J'ai fait ces expériences par des températures de + 18 et + 20° cent.

» Il résulte de ces expériences que la goutte d'éther ne produit d'attraction que sur la surface du seul acide sulfurique. Je pense que cela provient de ce que cet acide seul est pourvu d'une densité suffisante pour pouvoir présenter ce phénomène. On vient de voir, en effet, que l'attraction produite par la goutte d'éther sur la surface de cet acide, n'a lieu qu'autant que sa densité est supérieure à 1,546; or l'acide nitrique et la solution d'acide tartrique sont bien loin de pouvoir atteindre cette densité. On ne voit

point, toutefois, ce en quoi consiste ici l'influence de la densité de l'acide; mais cette influence est bien établie par l'expérience, tant par rapport à la goutte d'éther que par rapport à la goutte d'ammoniaque.

» Je vais actuellement comparer les actions motrices produites sur la surface de l'acide sulfurique et de l'acide tartrique par l'approche d'une goutte d'éther ou d'ammoniaque, avec les actions motrices produites par le contact immédiat de ces gouttes avec la surface de ces acides.

» La température étant à +21 degrés cent., j'ai mis en expérience de l'acide sulfurique concentré, sur la surface duquel flottait de la fleur de soufre. J'ai présenté au-dessus et très-près une goutte d'éther sulfurique suspendue à une tige de verre, laquelle était fixée à une petite crémaillère, en sorte que je pouvais l'abaisser par un mouvement gradué. Le soufre pulvérulent fut attiré par cette goutte; j'abaissai alors la tige de verre jusqu'à ce que la goutte d'éther fût en contact immédiat avec la surface de l'acide. A l'instant de ce contact, la fleur de soufre fut repoussée circulairement; elle s'éloigna, par un mouvement centrifuge, du lieu où la goutte d'éther avait été déposée. Ainsi l'action à distance de la goutte d'éther sur la surface de l'acide sulfurique concentré, et le contact immédiat de cette goutte sur cette même surface, donnent lieu à des phénomènes de mouvement inverses: dans le premier cas il y a attraction ou mouvement centripète, en considérant comme centre le point de la surface de cet acide qui correspond verticalement à la goutte d'éther; dans le second cas il y a répulsion ou mouvement centrifuge, en considérant comme centre le lieu où la goutte d'éther a été déposée.

» Les mêmes phénomènes s'observent par la même température, ou par une température voisine, en employant de l'acide sulfurique étendu d'une quantité d'eau distillée suffisante pour que sa densité demeure au-dessus de 1,546, qui est la densité moyenne en-deçà de laquelle la goutte d'éther, par son action à distance, commence à repousser les corps légers flottants sur la surface de l'acide sulfurique. Il était curieux de savoir si, cet acide ayant une densité inférieure à la densité moyenne 1,546, le contact immédiat de la goutte d'éther sur sa surface offrirait une inversion de direction dans son action motrice, comme l'offre l'action à distance de cette goutte. La température étant à + 21 degrés cent., j'ai pris de l'acide sulfurique amené, par l'addition d'une suffisante quantité d'eau distillée, à la densité 1,204 et qui possédait la température ambiante: une goutte d'éther suspendue au-dessus et près de sa surface, repoussa les corps légers qui y flottaient. J'abaissai alors la tige de verre qui portait cette goutte jusqu'au

contact de celle-ci avec la surface de l'acide; à l'instant les corps légers se portèrent rapidement, et par un mouvement centripète, vers le point de la surface de l'acide sur lequel avait été déposée la goutte d'éther, et ils y demeurèrent animés par un mouvement de trépidation très-rapide qui ne dura que pendant un instant.

» Il résulte de ces expériences que le contact immédiat d'une goutte d'éther sur la surface de l'acide sulfurique exerce constamment sur cette surface une action motrice inverse de celle qui est exercée, sur cette même surface, par le contact de sa seule vapeur, ou, en d'autres termes, par l'action à distance de cette goutte. Lorsque la densité de l'acide est supérieure à 1,546, le contact de la vapeur de la goutte d'éther produit une action attractive sur cette surface, et le contact immédiat y produit une action répulsive. Lorsque la densité de l'acide est inférieure à 1,546, ces deux actions motrices sont renversées; le contact de la vapeur de la goutte d'éther produit une action répulsive sur la surface de l'acide, et le contact immédiat de cette goutte y produit une action attractive.

» J'ai observé les mêmes phénomènes en employant des solutions d'acide tartrique, au-dessus de la surface desquelles je suspendais une goutte d'ammoniaque. Lorsque, par une température de + 18 à + 20 degrés, je faisais usage d'une solution de cet acide supérieure en densité à 1,0225 (5 parties d'acide cristallisé sur 100 parties de solution), la goutte d'ammoniaque suspendue au-dessus de la surface attirait les corps légers qui y flottaient, et le contact immédiat de cette goutte avec cette même surface repoussait ces mêmes corps légers. Lorsque, au contraire, j'employais une solution d'acide inférieure en densité à 1,0225 et contenant, par exemple, une ou deux parties d'acide sur 100 de solution, l'action à distance de la goutte d'ammoniaque repoussait les corps légers flottant sur cette solution, et le contact immédiat de la goutte d'ammoniaque avec la surface de cette solution attirait ces mêmes corps légers. Toutefois ce dernier phénomène, quoique sensible, était bien moins marqué que ne l'était le phénomène analogue que j'avais observé en employant l'acide sulfurique à faible densité et mis en contact immédiat avec une goutte d'éther.

» Je n'ai employé les expressions d'*attraction* et de *répulsion* dans l'exposé des phénomènes ci-dessus, que pour exprimer brièvement les deux modes opposés de l'action de la force qui produit ici deux mouvements en sens inverses; ce ne sont point, en effet, des attractions et des répulsions semblables à celles que nous offrent l'électricité et le magnétisme, qui se montrent à nous dans ces phénomènes : ce sont des courants ou centripètes ou cen-

trifuges que l'on observe sur la surface des liquides, et ce sont ces courants qui entraînent les corps légers flottants. Ainsi, par exemple, lorsque l'on voit les corps flottant à la surface de l'acide sulfurique se porter, par une attraction apparente, vers la goutte d'ammoniaque suspendue au-dessus de la surface de cet acide, on distingue très-bien que ce ne sont point ces corps flottants qui reçoivent immédiatement l'action motrice, mais que c'est effectivement et seulement le liquide qui les porte; c'est lui qui les entraîne dans son mouvement centripète. Ce liquide devient alors plus élevé au-dessous de la goutte d'ammoniaque qu'il ne l'est tout autour. S'il n'y a sur sa surface qu'un seul corps léger flottant et qu'il soit un peu éloigné de la goutte d'ammoniaque, il s'en approche un peu et il s'arrête à distance, demeurant alors immobile, ce qui prouve qu'il n'est point attiré; car, s'il l'était, il continuerait de s'approcher du corps attirant. Si alors on enlève la tige de verre qui porte la goutte d'ammoniaque, il s'opère dans le liquide acide un vif et brusque reflux, lequel reporte le corps flottant à la place qu'il occupait précédemment: on dirait alors qu'il est vivement repoussé. Le fait est qu'il n'a reçu ni attraction dans le premier cas, ni répulsion dans le second cas; il n'a fait que suivre, dans le premier cas, le mouvement centripète du liquide, mouvement qui a donné à ce liquide un exhaussement léger et constant de niveau au-dessous de la goutte d'ammoniaque; et, dans le second cas, il a suivi le mouvement brusque de reflux de ce liquide. J'insiste sur ces faits, parce qu'ils sont très-importants pour l'établissement de la théorie de ces phénomènes singuliers, dans lesquels il est évident qu'il n'y a aucune action motrice exercée directement sur les corps légers flottant, et que cette action motrice s'exerce tout entière et exclusivement sur le liquide, lequel communique son mouvement aux corps légers qu'il porte. Voilà pour ce qui a rapport à l'action à distance exercée par la goutte d'éther ou d'ammoniaque sur le liquide acide; voyons actuellement ce qui se passe lors du contact immédiat de cette goutte avec ce même liquide acide.

» Lorsque s'opère le dépôt de la goutte d'éther sur la surface de l'acide sulfurique concentré, ou de la goutte d'ammoniaque sur la surface d'une solution très-dense d'acide tartrique, on observe l'extension circulaire et centrifuge de la goutte du liquide très-peu dense sur la surface du liquide acide très-dense, et c'est cette extension centrifuge qui chasse circulairement les corps légers flottants, lesquels semblent ainsi être repoussés. Cela est surtout évident de la part de la goutte d'ammoniaque déposée sur la surface d'une solution d'acide tartrique qui contient, par exemple, 35 parties d'acide cristallisé sur 100 de solution. On voit alors

l'extension centrifuge et superficielle de la goutte d'ammoniaque par le moyen des cristaux de tartrate d'ammoniaque qui se disposent rapidement à la surface de la solution acide dans une aire circulaire dont la circonférence s'agrandit en fuyant le centre, et dans laquelle les cristaux, disposés en aiguilles inclinées sur des axes centraux, comme le sont les barbes d'une plume sur leur tige, offrent ainsi des sortes de végétations dont les bases sont appuyées sur la circonférence de l'aire circulaire, et dont les sommets sont tous dirigés vers le centre. Cette cristallisation toute superficielle, et qui ne tarde pas à se dissoudre dans l'acide sous-jacent, fait voir, clairement et à découvert, l'extension en couche très-mince de la goutte d'ammoniaque sur la surface de l'acide, extension circulaire par laquelle les corps flottants ont éprouvé une *répulsion apparente*, laquelle n'est véritablement qu'une *propulsion*. C'est évidemment de même par l'extension circulaire centrifuge de la goutte d'éther déposée sur la surface de l'acide sulfurique concentré que s'opère la *répulsion apparente* des corps légers flottant sur la surface de cet acide. Ce sont ces mêmes phénomènes d'extension centrifuge et superficielle que l'on observe lorsqu'on dépose une goutte d'huile fixe ou essentielle sur la surface de l'eau, ou une goutte d'alcool sur la surface d'une huile fixe. Les corps légers flottant sur ces liquides sont alors de même propulsés par le courant centrifuge de la goutte de liquide qui s'étend circulairement: ils semblent ainsi être *repoussés*.

» Les phénomènes de mouvement que l'on observe dans mes expériences, ont ainsi le même mécanisme que celui des mouvements qui ont été observés depuis longtemps, tant par rapport à l'action exercée *à distance* sur l'eau par le camphre, par les huiles essentielles, par l'éther, etc., que par rapport au contact immédiat de ces substances avec l'eau. Il y a pourtant ici cette différence que l'action à distance de ces substances sur l'eau et leur contact immédiat avec ce liquide produisent sur ce dernier le même mode de mouvement, tandis que, dans mes expériences, il y a, en pareil cas, un renversement de l'action motrice.

» Les physiciens attribuent presque généralement la répulsion apparente des corps légers flottant sur l'eau par l'approche d'une substance très-volatile, à l'expansion rapide de la vapeur de cette substance, vapeur qui agirait ainsi à la manière d'un *souffle*. Quant à l'extension circulaire et en couche mince d'un liquide très-peu dense ou très-léger sur la surface d'un liquide plus dense, ils la considèrent comme l'effet de la force capillaire. Appliquera-t-on ces explications théoriques aux phénomènes évidemment

semblables que présentent mes expériences? Il est évident que cela ne se peut pas. En effet, on peut conclure avec certitude de mes expériences que c'est la même force qui produit les attractions et les répulsions apparentes qu'elles offrent à l'observation, puisque, en changeant seulement la densité du liquide acide, la goutte d'éther ou d'ammoniaque mise en rapport avec lui produit sur sa surface, tantôt l'attraction apparente, et tantôt la répulsion apparente, tandis que les conditions physiques dans lesquelles se trouve la goutte d'éther ou d'ammoniaque n'ont point changé. Or si, sous l'influence toujours la même de cette goutte agissant à distance sur la surface de l'acide situé au-dessous, on observe tantôt l'attraction apparente et tantôt la répulsion apparente sur cette surface, il en résulte, de la manière la plus certaine, que le mode de l'action motrice exercée par cette goutte ne consiste pas dans l'impulsion mécanique qui serait produite par l'expansion rapide de sa vapeur, ainsi que l'admettent les physiciens; car cette expansion rapide ne pourrait produire que la répulsion apparente en agissant à la manière d'un *souffle*. Je ferai un raisonnement analogue relativement aux actions motrices produites par le contact immédiat ou par le dépôt de la goutte d'éther ou d'ammoniaque sur la surface de l'acide; actions motrices qui sont opposées entre elles selon que l'acide possède une densité élevée ou une densité moins élevée, mais toujours extrêmement supérieure à la densité de la goutte d'éther ou d'ammoniaque qui est déposée sur sa surface, en sorte que cette goutte se trouve, dans l'un et dans l'autre cas, dans des conditions telles qu'elle peut flotter sur le liquide dense acide, et s'étendre circulairement en vertu de l'attraction capillaire. Or cette extension circulaire, qui s'opère par un mouvement centrifuge, n'a lieu que sur le liquide acide très-dense; non-seulement elle n'a point lieu sur le liquide acide moins dense, mais elle y est remplacée par un mouvement opposé, par un mouvement centripète, par un mouvement inverse de celui qu'opérerait la force capillaire, laquelle possède cependant ici les conditions de son action. Il est donc parfaitement évident que ce n'est pas la force capillaire qui est ici en action; car il n'est pas dans la nature de cette force de renverser sa direction selon les changements de densité qu'éprouve le corps sur lequel se trouve le liquide qu'elle meut. C'est donc une autre force qui agit ici, et cela de manière à imiter, mais dans un cas seulement, l'action de la force capillaire, ce qui fait qu'on peut la confondre, par erreur, avec elle. Il résulte de là que ce n'est point non plus la force capillaire qui produit l'extension superficielle et centrifuge de l'huile sur

l'eau ou de l'alcool sur l'huile; que ce n'est point non plus, par conséquent, cette même force capillaire qui produit l'extension centrifuge de certains liquides déposés sous forme de goutte sur d'autres liquides étendus en couche mince sur une lame de verre, d'après les expériences faites, en premier lieu, par B. Prévost, expériences que j'ai suivies et multipliées. La force qui produit tous ces phénomènes, est évidemment une force particulière; c'est elle que j'ai désignée sous le nom de *force épipolique;* elle est très-probablement une modification de la force électrique; mais, ainsi que je crois l'avoir démontré (1), elle n'est point l'électricité telle que nous la connaissons.

» Il me paraît fort probable que l'abaissement de la température amènera un changement dans le degré de la *densité moyenne* des acides sulfurique et tartrique, degré auquel ces acides, par une température de +18 à 21° centigrades, n'offrent ni attraction ni répulsion à leur surface sous l'influence à distance d'une goutte d'éther ou d'ammoniaque. Je suis porté à penser ainsi par le rapprochement que je ne puis m'empêcher de faire de ces phénomènes avec ceux que j'ai observés, il y a déjà longtemps, relativement à l'*endosmose des acides.* J'ai fait voir, en effet (2), que les acides étant séparés de l'eau pure par un morceau de vessie, le courant d'endosmose est dirigé tantôt vers l'acide, tantôt vers l'eau, et cela selon le degré de densité de l'acide, dont une certaine *densité moyenne* ne produit aucune endosmose. Or j'ai expérimenté que le changement de température déplace le degré de cette *densité moyenne* de l'acide. Si l'expérience vient à prouver que le changement de température déplace également les degrés des trois *densités moyennes* des acides sulfurique, nitrique et tartrique, degrés auxquels l'action à distance des gouttes d'éther ou d'ammoniaque ne produit aucune action motrice sur la surface de ces acides, il me paraîtra extrêmement probable que ces derniers phénomènes de mouvement et l'endosmose reconnaissent pour cause l'action de la même force, agissant dans des circonstances très-différentes sans doute, mais offrant cependant des points de similitude très frappants. On remarquera, en outre, qu'il y a, dans ces deux cas, nécessité de l'intervention d'un acide.

» Voici une dernière expérience dans laquelle on observe encore des phénomènes successifs de répulsion et d'attraction sous l'influence de la

---

(1) *Recherches sur la force épipolique,* p. 54.
(2) Collection de mes Mémoires, tome II, page 52.

même vapeur. Ici c'est sur la surface du mercure que l'on observe ces phénomènes, et c'est l'acide chlorhydrique qui les produit par son action à distance, en sorte qu'il y a toujours intervention d'un acide dans la production de ces phénomènes singuliers. Lorsqu'on présente une goutte d'acide chlorhydrique au-dessus de la surface du mercure parfaitement pur sur lequel flottent des corps légers, ces corps sont brusquement et vivement repoussés. Bientôt, par la condensation de la vapeur de cet acide sur la surface du mercure, celui-ci se couvre d'un enduit blanchâtre qui est, je pense, du chlorure de mercure; alors on n'observe plus la répulsion qui était opérée précédemment par l'action à distance de la goutte d'acide, lorsque la surface du mercure était nette et brillante; il n'y a plus aucun mouvement de produit. Or il n'en est plus ainsi lorsque le mercure est impur et se trouve uni à une quantité même très-minime d'un autre métal, et spécialement du cuivre, à ce qu'il m'a paru. Alors, après la formation de l'enduit blanchâtre à la surface du mercure et la cessation de la répulsion opérée par l'action à distance de la goutte d'acide chlorhydrique, il se manifeste une attraction sous l'influence de cette même action. On voit les corps légers flottant à la surface du mercure et qui sont enchâssés dans la couche d'enduit blanchâtre, se porter avec cette couche vers la goutte d'acide. Il paraît que c'est la couche d'enduit blanchâtre qui seule obéit à cette force, en apparence attractive, et qu'elle entraîne avec elle les corps légers qu'elle enchâsse; car cette couche reçoit le même mouvement lorsqu'il n'y a point de corps légers flottant sur le mercure. Ainsi l'on voit, dans cette expérience, l'action à distance de la goutte d'acide chlorhydrique produire une répulsion apparente lorsqu'elle s'exerce sur la surface nette du mercure, et produire, au contraire, une attraction apparente lorsqu'elle s'exerce sur la surface de l'enduit blanchâtre qui a recouvert ce métal, qui doit être impur pour que le dernier de ces phénomènes ait lieu.

» On tentera peut-être d'expliquer les phénomènes opérés par l'action à distance des liquides qui se vaporisent rapidement, en les rapportant à l'électricité de tension qui peut être produite par l'évaporation. M. Pouillet a fait voir que la vaporisation de l'eau associée à l'ammoniaque produit de l'électricité négative. La goutte d'ammoniaque qui se vaporise, suspendue à une tige de verre, peut donc être considérée comme possédant une électricité de tension négative. D'un autre côté, la vapeur de l'ammoniaque, en se condensant sur la surface de l'acide, agit chimiquement sur lui; dans ce cas l'acide prend l'électricité positive, électricité dynamique tou-

jours accompagnée d'électricité de tension. On concevrait donc comment la goutte d'ammoniaque et l'acide possédant des électricités opposées, il y aurait attraction entre ces deux liquides. Mais cette explication, qui paraît si plausible, tombe d'elle-même devant l'observation qui fait voir qu'il y a répulsion entre ces deux corps lorsque l'acide est diminué de densité à un degré déterminé, et cela quoique la goutte d'ammoniaque n'ait point cessé de posséder l'électricité négative, résultat de la vaporisation, et quoique l'acide, en continuant de se combiner avec la vapeur de l'ammoniaque, n'ait point cessé de posséder l'électricité positive.

» On voudra peut-être résoudre cette difficulté en revenant à l'hypothèse de l'impulsion donnée mécaniquement au liquide acide par l'expansion rapide, ou par le *souffle* de la vapeur de la goutte d'ammoniaque; cette cause produirait la répulsion apparente, tandis qu'une véritable attraction serait produite par l'électricité de tension. La diminution de la densité de l'acide favoriserait la répulsion apparente produite sur sa surface par le *souffle* de la vapeur de la goutte d'ammoniaque, en rendant plus facile le mouvement des corps flottant. L'augmentation de densité de cet acide le disposerait à prendre une plus forte proportion d'électricité positive, et, par conséquent, à obéir plus facilement à l'attraction de la goutte d'ammoniaque qui possède toujours la même quantité d'électricité négative. Il n'y aurait ni répulsion apparente par le *souffle* de la vapeur, ni attraction électrique lorsque l'acide serait pourvu d'une certaine *densité moyenne* et telle que ces deux causes opposées de mouvement se feraient équilibre.

» Bien qu'il me fût démontré, par mes expériences précédentes, que la répulsion apparente, observée dans ces expériences, n'est point le résultat de l'impulsion mécanique produite par l'expansion rapide ou par le *souffle* de la vapeur de la goutte d'ammoniaque, j'ai cru cependant devoir m'assurer, par de nouvelles expériences, que cette théorie ne pouvait être admise spécialement dans le cas dont il s'agit ici. J'ai dit plus haut que, lorsque l'acide nitrique est assez étendu d'eau distillée pour ne plus posséder que la densité 1,0096 (1 volume d'acide nitrique à la densité 1,2978 sur 31 volumes d'eau distillée), et que la température est à + 20 degrés cent., une goutte d'ammoniaque ne produit, par son action à distance, ni attraction ni répulsion sur la surface de cet acide. J'ai expérimenté qu'en employant de l'acide nitrique diminué de densité jusqu'à 1,0078 (1 volume d'acide nitrique sur 37 volumes d'eau), la goutte d'ammoniaque produit, par son action à distance, la répulsion apparente sur sa surface. Or j'ai substitué à l'eau pure une solution d'une partie de sucre candi dans neuf

parties d'eau distillée, pour opérer la dilution de l'acide nitrique; d'une part, j'ai uni 1 volume de cet acide à 31 volumes d'eau sucrée, et, d'une autre part, j'ai uni 1 volume du même acide à 37 volumes d'eau sucrée. Le premier de ces mélanges avait la densité 1,08, et le second la densité 1,079. Le premier n'offrit ni attraction ni répulsion sur sa surface par l'approche d'une goutte d'ammoniaque, ainsi que l'avait fait le mélange de 1 volume d'acide nitrique et de 31 volumes d'eau pure, mélange dont la densité était 1,0096; le second offrit la répulsion sur sa surface par l'approche d'une goutte d'ammoniaque, ainsi que l'avait fait le mélange de 1 volume d'acide nitrique et de 37 volumes d'eau pure, mélange dont la densité était 1,0078. Or, si le *souffle* de la vapeur de la goutte d'ammoniaque trouvait un obstacle à son action impulsive dans la densité trop forte du liquide dans lequel 1 volume d'acide nitrique est uni à 31 volumes d'eau pure, densité qui est 1,0096, comment se fait-il que ce même *souffle* ne rencontre aucun obstacle à son action impulsive dans la densité considérablement plus forte du liquide dans lequel un volume d'acide nitrique est uni à 37 volumes d'eau sucrée, densité qui est 1,079? Ce fait ne prouve-t-il pas, de la manière la plus évidente, que le prétendu *souffle* de la vapeur de la goutte d'ammoniaque n'existe pas? que ce n'est point à cette cause, tout à fait inadmissible, qu'il faut attribuer la répulsion apparente qui a lieu par l'action à distance de cette goutte d'ammoniaque et de toutes les autres substances volatiles qui produisent la même répulsion apparente? La seule idée juste, quoique incomplète, que l'on puisse se faire relativement à la cause de cette répulsion apparente, laquelle se change, dans certains cas, en attraction apparente, est que ces mouvements sont liés, comme effet, à l'existence de la vaporisation de la substance volatile et au contact de sa vapeur avec la surface du liquide sur lequel sont opérées cette répulsion ou cette attraction apparentes dont le mécanisme n'est point encore dévoilé par l'observation directe.

» Un résultat important ressort, en outre, de ces dernières expériences; ce résultat est que c'est seulement le *degré d'acidité* des liquides acides, et non leur *degré de densité*, qui préside aux mouvements qui ont lieu à leur surface par l'action à distance d'une goutte d'ammoniaque; mouvements qui se présentent tantôt sous l'apparence d'une attraction, tantôt sous l'apparence d'une répulsion. En effet, 2 volumes semblables d'eau pure et d'eau sucrée, unis chacun à 1 volume déterminé et égal d'acide, possèdent le même degré d'acidité, sans posséder la même densité. Or ils se comportent de la même manière dans les expériences dont il s'agit ici.

» Ce que je viens de dire de la goutte d'ammoniaque, peut également s'appliquer à la goutte d'éther, dont l'action à distance sur les liquides acides produit des phénomènes analogues. Les chimistes, en effet, considèrent l'éther comme une *base* analogue, sous ce point de vue, à l'ammoniaque.

» Il résulte de tout ce qui précède, que les faits nouveaux contenus dans ce Mémoire se refusent à toute explication basée sur les faits connus en électricité; qu'ils ne peuvent non plus se rapporter à l'action capillaire, ni s'expliquer par l'action mécanique de l'impulsion opérée par le dégagement des vapeurs. »

STATISTIQUE. — *Population des États-Unis en* 1840 *d'après le dénombrement officiel fait en vertu d'un acte du Congrès.* — Note présentée par M. **Warden**.

États, territoires et districts.	Habitants.
Maine	501,793
New-Hampshire	284,574
Massachusetts	737,699
Rhode-Island	108,830
Connecticut	309,978
Vermont	291,948
New-York	2,428,921
New-Jersey	373,306
Pensylvania	1,724,033
Delaware	78,085
Maryland	469,232
Virginia	1,239,797
North-Carolina	753,419
South-Carolina	594,398
Georgia	691,392
Alabama	590,756
Mississipi	375,651
Louisiana	352,411
Tenessee	829,210
Kentucky	779,828
Ohio	1,519,467
Indiana	685,866
Illinois	476,183
Missouri	383,702
Arkansas	97,574
Michigan	212,267
Florida-Territory	54,477
Wisconsin	30,945
Iowa	43,112
District de Colombia	43,712
Marins des forces navales	6,100
Total	17,068,666

Population de mâles blancs et gens de couleur et esclaves compris dans le tableau ci-dessus, SAVOIR :

Mâles blancs libres	7,249,276	14,189,218
Femelles blanches libres	6,939,942	
Esclaves mâles	1,246,408	2,487,113
— femelles	1,240,705	
Gens de couleur libres, mâles	186,457	386,235
— femelles	199,778	
		17,062,566
Marins		6,100
		17,068,666

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et les soulèvements qui à diverses époques ont changé le relief de cette contrée; par* M. Pissis.

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Ce Mémoire, dit l'auteur dans la Lettre d'envoi, renferme les principales observations recueillies pendant les cinq années que j'ai employées à explorer le sud du Brésil : il se divise en deux parties, l'une destinée à faire connaître la composition de ces divers terrains, et l'autre les changements opérés dans leur position et la direction de leurs couches.

» Il résulte de faits exposés dans la première partie, que les terrains qui forment le sol du Brésil entre le 12me degré de latitude australe et le 27me, et dans tout l'intervalle compris entre le Parana, le San-Francisco et la mer, se rapportent à quatre époques différentes. Les plus anciens, qui sont aussi ceux qui occupent la plus grande surface, comprennent les roches cristallisées de l'étage du gneiss et les talcites phylladiformes. Les couches inférieures sont formées par un gneiss porphyroïde qui passe souvent au granite. Cette roche, qui occupe toujours la même position sur une étendue de trois à quatre cents lieues, supporte de puissantes couches de leptynite ou de gneiss à grain fin, qui sont elles-mêmes recouvertes par d'autres gneiss contenant des couches subordonnées de quarzites et des couches ou amas de quarz compacte souvent accompagné de tourmaline, de braunite et de pyrites aurifères.

» L'étage des talcites phylladiformes comprend, en outre de cette roche, des quarzites talcifères qui atteignent une grande puissance et présentent trois formations, dont l'inférieure repose immédiatement sur le gneiss; la moyenne, formée par des quarzites schistoïdes à grain très-fin, partage en deux la grande assise des talcites phylladiformes, recouverts par la dernière, que l'on reconnaît facilement à la grosseur de son grain et à sa structure pseudo-fragmentaire. L'ytabirite se montre aussi en couches puissantes superposées aux quarzites moyens, dont il est quelquefois séparé par des calcaires talcifères qui manquent généralement, mais qui, sur certains points, atteignent une épaisseur de plus de 100 mètres. Enfin c'est à cet étage qu'appartiennent les mines d'or les plus remarquables du Brésil, les gisements de topazes, d'euclases et de tourmalines.

» A l'ouest des talcites phylladiformes et des quarzites qui atteignent leur plus grand développement dans la province de Minas-Geraës, se montrent des grès quarzeux qui entourent le massif des roches cristallisées depuis le Rio de Contas jusqu'au Parana-Panema. Ces grès, que l'on doit rapporter à la partie inférieure de l'étage ampélitique, ou terrain silurien, alternent vers le haut avec des phyllades et des psammites schistoïdes, et sont recouverts dans le sud par des calcaires tantôt compactes et renfermant alors des couches subordonnées ou des amas de silex, tantôt schistoïdes, tendres et argilifères. Ces derniers contiennent, dans les parties qui se rapprochent du Tiété, une couche de schiste bitumineux qui passe au psammite et renferme de nombreux sphéroïdes d'un silex noir fortement chargé de matière bitumineuse. Les diamants que l'on exploite dans les provinces de Minas-Geraës et de Saint-Paul, appartiennent à cet étage et se trouvent très-probablement disséminés dans les grès qui en forment la partie inférieure. Il se présente, à partir de cette époque, une grande lacune dans la série des formations géologiques: aucun des terrains qui se trouvent compris entre le groupe carbonifère et l'époque tertiaire n'existe dans cette partie du Brésil. Des grès marins, des calcaires lacustres, des argiles tertiaires se montrent seuls dans la baie de Bahia, sur quelques autres points de la côte, et dans les vallées comprises entre la Cordilière maritime et la Serra da Mantiqueira. Enfin des sables, des couches de galets souvent réunies par de l'oligiste terreux, forment le terrain diluvien et recouvrent la surface des plateaux de la province de Bahia, les plaines de San-Francisco et celles du Parana.

» Les soulèvements qui sont venus, à diverses époques, changer le relief de cette contrée, sont au nombre de trois. Le plus ancien dont on retrouve des traces, paraît avoir eu lieu avant le dépôt du terrain silurien, suivant une direction moyenne de l'E. 38° N. à l'O. 38° S., direction qui se manifeste dans la plupart des chaînes qui s'étendent à l'est de la Mantiqueira. Les roches, ainsi relevées, formaient dans l'Atlantique une île élevée, dirigée du nord-est au sud-ouest, et comprise entre le 16me degré de latitude australe et le 27me; et les couches du terrain silurien se déposaient, à l'ouest, au fond des mers qui occupaient l'emplacement actuel des plaines du San-Francisco et du Parana. Ces premiers dépôts, qui renferment quelques débris de corps organisés, furent interrompus par de nouvelles commotions, qui les élevèrent, sur quelques points, à 1000 ou 1100 mètres au-dessus de la mer, déterminant sur d'autres de larges fentes dirigées de l'est à l'ouest, par où s'échappèrent des diorites, qui s'étendirent à la ma-

nière des laves et modifièrent les roches qui se trouvaient sur leur passage. Les montagnes les plus élevées du Brésil, celles de la province de Minas-Géraës, l'Itacolumi, la Caraça, le Morro d'Itambe, et les plateaux du sud de San-Paulo, se rapportent à ce soulèvement, qui redressa les couches, suivant une direction est-ouest, et donna à cette contrée la forme qu'elle présente aujourd'hui; car, à partir de cette époque, aucun mouvement ne vint imprimer de changement notable au relief du sol : le seul dont on retrouve des traces, et qui se rapporte à la fin de la période tertiaire, ne paraît avoir produit d'autre effet que l'émersion de quelques couches déposées dans le fond de la province de Bahia et un léger bombement des plateaux qui s'étendent entre le San-Francisco et la mer. »

M. **Peraire** adresse de Bordeaux, pour le Concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, fondation Montyon, six Mémoires ayant pour titres :

1°. *Mémoire sur quelques réflexions sur le col utérin, placé aux points de vue physiologique et pathologique;*

2°. *Mémoire sur la cautérisation et le pansement employés simultanément dans les ulcérations simples de la matrice;*

3°. *Mémoire sur les divers modes d'exploration du col utérin;*

4°. *Mémoire sur la cautérisation coup sur coup employée dans les ulcérations simples et compliquées de la matrice;*

5°. *Mémoire sur la cathétéronomie, le cathétérisme et l'emploi des sondes à côtes;*

6°. *Mémoire sur le kélotome et la sonde tranchante, employés dans l'opération de la hernie inguinale.*

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Chaussenot** aîné adresse la description et la figure d'un *indicateur de la vitesse des convois sur les chemins de fer.*

« L'appareil que je soumets au jugement de l'Académie, dit M. Chaussenot, est destiné à remplir les indications suivantes :

» 1°. Donner au mécanicien, aux chauffeurs et aux conducteurs des convois la possibilité de connaître exactement et à chaque instant le degré de vitesse avec lequel ils sont entraînés;

» 2°. Avertir ces mêmes hommes de service lorsque la vitesse est près d'atteindre le maximum qui ne doit, dans aucun cas, être dépassé;

» 3°. Forcer tous les employés aux convois, sans en excepter les administrateurs, de rester constamment dans les limites de vitesse permise, sous peine d'être infailliblement accusés, par les indications de l'appareil, de l'infraction qu'ils pourraient commettre au préjudice de la sécurité publique. »

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

L'Académie renvoie à l'examen de la même Commission quatre autres communications également relatives à des moyens que les auteurs supposent propres à diminuer les dangers des chemins de fer, communications adressées par MM. **Berger**, **Chassang**, **Frilley** et **Lecomte**.

M. de **Blainville**, en présentant au nom de l'auteur, M. le docteur **Mayer**, professeur d'anatomie et de physiologie à l'Université de Bonn, un *Mémoire sur la vessie urinaire des oiseaux et sur un organe particulier du cloaque du Casoar de la Nouvelle-Hollande*, fait remarquer que ce travail lui est parvenu il y a trois mois, et aurait dû être présenté dès lors à l'Académie.

(Commissaires, MM. de Blainville, Flourens, Milne Edwards.)

M. **Perrottet** adresse les résultats des *observations météorologiques* qu'il a faites pendant son dernier séjour à Cayenne, à la Martinique et à la Guadeloupe.

(Commissaires, MM. Pouillet, Babinet, Despretz.)

M. **Faure** adresse une nouvelle Note sur une modification qu'il propose pour l'*opération du bec de lièvre*.

(Commissaires, MM. Roux, Breschet.)

M. **Roze** présente des échantillons d'un composé à l'état pulvérulent qui, dissous dans l'eau, donne une *encre* que l'auteur suppose indélébile.

(Commission des encres et papiers de sûreté.)

M. **Nonat** qui, au mois de mai dernier, avait adressé une communication relative au même objet, prie aujourd'hui l'Académie de considérer comme non avenue cette communication, qu'il se propose de renouveler

de manière à mettre la Commission plus à portée de juger de l'efficacité de sa préparation.

M. **Lebrun** soumet au jugement de l'Académie un *flotteur* disposé de manière à pouvoir être appliqué autour du corps en forme de ceinture. Il désigne cet appareil sous le nom de *nautile de sauvetage.*

M. Séguier est prié de prendre connaissance de cet appareil.

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. **Straus-Durckheim**, d'un ouvrage ayant pour titre : « Traité pratique et théorique d'anatomie comparative, comprenant l'art de disséquer les animaux de toutes les classes et les moyens de conserver les pièces anatomiques. » (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

M. **Bory de Saint-Vincent** présente, au nom de l'auteur, M. **Delastre**, la « Flore analytique et descriptive du département de la Vienne. »

M. l'amiral **Roussin** écrit qu'étant dans la nécessité de s'absenter pour quelque temps, il croit devoir prier l'Académie de le remplacer dans diverses Commissions dont il faisait partie.

Les travaux de la plupart de ces Commissions étant déjà suspendus par l'absence de quelques-uns de leurs membres, on ne pourvoira pas, pour le présent, au remplacement de M. l'amiral Roussin.

M. **d'Hombres-Firmas** écrit d'Alais qu'on a vu dans cette ville le météore du 9 juin. N'ayant pas eu occasion de l'observer lui-même, M. d'Hombres-Firmas a recueilli près des personnes qui avaient été témoins du phénomène des renseignements qui, malheureusement, comme il en fait la remarque, ne sont pas exactement d'accord sur tous les points.

Dans la même lettre M. d'Hombres-Firmas donne quelques détails sur les effets produits par un coup de foudre qui a frappé une magnanerie éloignée d'un kilomètre et demi d'Alais.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un moyen facile d'arriver à la transformation découverte par* Pfaff, *pour l'intégration de l'équation différentielle linéaire à* 2n *variables du premier ordre; par* M. **J. Binet.**

« J'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie des Sciences, le 3 mai dernier, une Note dont l'objet spécial est d'exposer une méthode déduite du calcul des variations, et qui répand, ce me semble, quelque clarté sur la théorie de l'intégration de l'équation à dérivées partielles du premier ordre, considérée au point de vue où cette branche de l'analyse a été traitée par MM. Pfaff et Jacobi : plus récemment M. Cauchy a publié sur ces équations à dérivées partielles de profondes recherches : Il les a d'abord rattachées au principe de la méthode dont il s'était servi en 1819; et, en dernier lieu, au même principe que j'ai tiré de l'algorithme des variations. Dans la rédaction du Mémoire que j'ai annoncé sur cette matière, je n'avais expressément à suivre qu'un cas particulier de la théorie générale abordée par Pfaff, qui traite de l'équation différentielle à $2n$ variables

$$0 = X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \text{etc.} \ldots\ldots + X_{2n}\,dx_{2n}.$$

Mais je viens d'appliquer à cette dernière équation le procédé dont j'ai fait usage pour l'équation à dérivées partielles; je ne crois pas inutile d'annoncer aux analystes que, par cette méthode, on peut arriver avec une grande facilité à une transformation découverte par Pfaff, et qui est considérée par M. Jacobi, avec raison, comme une acquisition des plus importantes dans le calcul intégral. Si le procédé de Pfaff pour établir ce théorème était simple, le mien serait presque superflu. Mais il n'en est pas ainsi : M. Lacroix a jugé trop compliquée l'analyse de Pfaff pour la comprendre dans son savant et vaste Traité de calcul intégral, et M. Jacobi a trouvé utile d'en fournir une exposition plus claire et plus élégante (2e volume du *Journal* de M. Crelle.) On peut lire dans le Traité de M. Lacroix l'énoncé d'une proposition analogue à celle de Pfaff, extraite d'un Mémoire inédit de P. Binet, mon frère; je crois juste et convenable de déclarer que plusieurs fois il m'a énoncé, depuis 1814, ses résultats, mais sans me faire connaître son analyse : je l'ai souvent engagé à la publier.

» Je me borne en ce moment à indiquer l'origine de ma méthode, le calcul des variations : tout géomètre exercé pourra, sur cette indication, et en suivant les opérations de la Note du 3 mai, parvenir au résultat. Je soumettrai prochainement à l'Académie une nouvelle Note où la méthode sera plus ouvertement développée. »

M. **Gluge** écrit qu'il a trouvé dans le sang des grenouilles un entozoaire voisin de ceux qui constituent le genre *Proteus* d'Ehrenberg. Cet animal, dont Valentin avait déjà signalé l'existence dans le sang du *Salmo fario*, a paru à M. Gluge subir, dans le sang de grenouilles avec lequel il circule, des métamorphoses comme celles qu'on a déjà annoncées pour d'autres entozoaires.

Une seconde observation de M. Gluge est relative à un autre entozoaire qu'on sait se trouver souvent en grande abondance dans les poumons des grenouilles, l'*Ascaris nigrovenosus*. M. Gluge a reconnu que l'organe, dont la présence s'annonce à l'extérieur par la bande noire qui a valu son nom à l'animal, n'est point, comme on l'admettait généralement, l'intestin, mais l'ovaire, dans lequel on peut distinguer l'œuf à divers états, et contenant même quelquefois un jeune animal replié sur lui-même. Ce n'est pas seulement dans les ovaires de l'*Ascaris nigrovenosus* que l'auteur de la Lettre a eu occasion d'observer ces œufs, il les a trouvés isolés dans les poumons de quelques grenouilles qui ne contenaient aucun de ces animaux à l'état parfait, ce qui le porte à supposer que c'est à l'état d'œufs que ces entozoaires pénètrent ordinairement, soit par la voie de la respiration, soit par une autre voie dans les organes des animaux aux dépens desquels ils vivent.

M. **Radvanszky**, en qualité de vice-président de la réunion des naturalistes et des médecins de la Hongrie, annonce que la troisième réunion de la Société aura lieu à Neusohl et Szliacs, à dater du 4 août prochain; il exprime, au nom des membres de la future assemblée, le désir d'y voir assister quelques membres de l'Académie des Sciences.

M. **Romanowsky** prie l'Académie de hâter le travail des Commissaires chargés de l'examen de deux Mémoires qu'il a précédemment adressés, et dont l'un est relatif à la *respiration*, l'autre à la *physiologie de l'inflammation*.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés, présentés, l'un par M. **Gaultier de Claubry**, l'autre par M. **Payer**.

A quatre heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

Rapport de la Commission chargée de l'examen des pièces envoyées au concours pour le prix extraordinaire concernant les perfectionnements de la navigation par la vapeur *appliquée à la marine militaire.*

(Commissaires, MM. Arago, Séguier, Poncelet, Dupin rapporteur.)

« La Commission déclare que le prix ne peut pas être décerné; elle propose de remettre la question au concours; le prix sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1844. Les Mémoires devront être remis avant le 1er janvier 1844. »

Cette proposition est adoptée.

M. Regnault fait, au nom de la Commission chargée de l'examen des pièces présentées au concours pour le *grand prix des Sciences physiques*, un Rapport dont les conclusions sont :

« 1°. Qu'il n'y a pas lieu à décerner le prix;
» 2°. Et que la question est retirée du concours.
» 3°. La question proposée pour le prochain concours est la détermination de la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques. »

Ces propositions sont adoptées.

M. Regnault, au nom de la Section de Chimie, présente la liste suivante de candidats pour une place de correspondant vacante dans le sein de cette section :

1°..........	MM.	Liebig,	à Giessen;
2°. *ex æquo*		Henri Rose,	à Berlin;
		Wöhler,	à Gœttingue;
3°..........		Graham,	à Londres;
4°..........		Dœbereiner,	à Jena;
5°. *ex æquo*		Kuhlmann,	à Lille;
		Laurent,	à Bordeaux;
		Malaguti,	à Rennes;
		Persoz,	à Strasbourg.

Les titres de ces candidats sont discutés : l'élection aura lieu dans la prochaine séance; MM. les membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 25; in-4°.

Institut royal de France (Académie des Sciences). Funérailles de M. DOUBLE. *Discours prononcé par* M. ROUX; in-4°.

Discours de M. le baron CH. DUPIN, *dans la discussion générale du projet de loi relatif à l'établissement des grandes lignes des chemins de fer;* in-8°.

Second discours sur le même sujet; par le même; in-8.

Opinion de M. le baron CH. DUPIN, *pour demander qu'on publie aux frais de l'État, non-seulement les Œuvres de* Laplace, *mais celles de tous les grands géomètres français;* in-8°.

Annales des Sciences naturelles; mai 1842; in-8°.

Traité pratique et théorie d'Anatomie comparative; par M. STRAUS-DURCHEIM; 2 vol. in-8°.

De la Menstruation considérée dans ses rapports physiologiques et pathologiques; par M. A. BRIÈRE DE BOISMONT; in-8°.

Flore analytique et descriptive du département de la Vienne; par M. DELAISTRE; 1 vol. in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; juin 1842; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; septembre et octobre 1841; in-8°.

Conseils aux nouveaux éducateurs de vers à soie; par M. F. DE BOULLENOIS; in-8°; 1842.

Annales de la Société séricicole, fondée en 1837 pour la propagation et l'amélioration de l'industrie de la soie en France; 5e n°, année 1841; in-8°.

Relation de l'épidémie de Méningite encéphalo-rachidienne observée à la clinique médicale de la Faculté de Strasbourg en 1842; par M. C. FORGET; in-8°.

Société d'Agriculture, Sciences et Belles-Lettres de Rochefort, séance du 26 janvier 1842; in-8°.

Société d'Agriculture, Sciences et Belles-Lettres de Rochefort. Note sur le mouvement de la population de Rochefort en 1841; par M. VIAUD; in-8°.

Mémorial encyclopédique; mai 1842; in-8°.

Bulletin de Thérapeutique médicale, n° 22; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie, juin 1842; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; juin 184:
in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; mars et avril 1842; in-8°.

Le Laboureur breton, journal; 15 juin 1842; in-8°.

Académie royale des Sciences de Turin (classe des sciences physiques et ma thématiques). Programme des prix proposés; par M. le comte PILLET-WIL
in-4°.

Conchologia.... *Conchyliologie systématique; par* M. L. REEVE; 8e parti
in-4°, avec planches coloriées.

Memoirs... *Mémoires de la Société philosophique et littéraire de Mancheste*
2e série, vol. VI; Londres 1842; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; nos 450
451; in-4°.

Tydschrift... *Journal d'Histoire naturelle et de Physiologie, publié p*
MM. VANDER-HOEVEN et DE VRIÈSE; IXe vol., 1er n°.

Gazette médicale de Paris; n° 26.

Gazette des Hôpitaux; n° 74 à 76.

L'Expérience; n° 26.

L'Écho du Monde savant; nos 740 et 741.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1842.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XIV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

150..

Errata. (Tome XIV.)

Page 237, ligne 17, *Histoire naturelle de l'homme*; par M. J.-C. TRUCHARD, *lisez* par M. PRICHARD.

261, 18, *au lieu de* insertion, *lisez* injection.

316, 16, *au lieu de* d'autant plus, *lisez* d'autant moins.

Ibid., 21, *au lieu de* une autre de platine, *lisez* un arc de platine.

328, 20, *au lieu de* concours de 1842, *lisez* de 1841.

346, *ajoutez :* A quatre heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

397, 21, *au lieu de* $\mathcal{F}(x, y, z)$, *lisez* $\mathcal{F}(x, y, z)$.

399, 7, *au lieu de* $F(x, y, z)$, *lisez* $\mathcal{F}(x, y, z)$.

402, 11, *au lieu de* $=$, *lisez* $+$.

Ibid, *ibid.*, *au lieu de* f, *lisez* $\mathcal{F}$.

450, 19, *au lieu de* Lagny, *lisez* Magny.

533, 21, M. Tiedemann à Erfurth, *lisez* à Heidelberg.

548, 11, *au lieu de :* « Car il a presque toujours été .... plus ou moins graves. », *lisez :* « Car, bien que beaucoup d'écrivains, et même des plus distingués, s'en soient occupés et en aient signalé avec beaucoup de justesse certains points, néanmoins cet ouvrage n'a pas été le sujet d'une analyse complète et spéciale, parce qu'elle n'entrait pas dans le but des auteurs, et souvent il a donné lieu à diverses erreurs plus ou moins graves. »

556, 19, après le mot décuple (1), *ajoutez la note suivante :*

(1) Cette remarque n'a pas échappé à M. Biot, qui, en signalant le point de vue sous lequel le livre d'Archimède se rattache à la grande invention de Néper, dans l'histoire des logarithmes, s'exprime ainsi : « Dans tout ceci, la simplicité résulte de ce qu'au lieu de considérer les nombres mêmes avec la multi- » plicité des caractères qui les expriment, on les désigne seulement par leur rang dans la progression in- » définie, rang qui est toujours bien plus court à exprimer. » (Notice sur Néper, *Journal des Savants*, année 1835, page 263.)

573, 10, M. BISSON présente plusieurs images photographiques, *lisez* MM. BISSON et NICOLESCO présentent....

585, dernière ligne, *au lieu de* Tables pour servir au calcul du jour de Pâques, *lisez* pour connaître la date d'une nouvelle lune d'un mois quelconque et d'une année passée ou future.

597, après la fin de la phrase *ou en d'autres termes que ses molécules sont plus rapprochées*, aurait dû être placé tout le texte compris entre *j'ai montré dans mon premier Mémoire* (*Annales de Chimie*, t. IV) (page 598) et finissant *ces expériences ne sont pas encore assez complètes pour que je puisse en donner maintenant les résultats* (page 600).

Page 625, avant-dernière ligne, au lieu de *Indigo ferra,* lisez *Indigoferra.*
765, 29, *au lieu de* « Pièce qui a été omise dans le *Compte rendu* de la séance du 16 mai », *lisez* de la séance du 9 mai.
788, 6, *au lieu de* M. Forbes réunit 22 suffrages, *lisez* 21 suffrages.
864, lignes 3 et 4, *au lieu de* la moins sible, *lisez* la moins élevée possible.
869, du 1[er] tableau, analyses XV et XVI, 4[e] colonne, *supprimez* 5000 $^{m. cub.}$,0.
Id., colonne 5, *au lieu de* écurie fermée à l'École militaire, chev. $\overset{9}{}$ légers, *lisez* $\overset{9}{}$ chevaux.
Id., *au lieu de* air asphyxiable par la combustion du charbon.—Acide carbonique 3,1, *lisez* 31,0.
Id., colonne 3, *au lieu de* oxygène sur 10000, *lisez* oxygène sur 1000.
Id., colonne 6, du tableau relatif aux atmosphères artificielles, *au lieu de* hydrogène carboné, *lisez* hydrogène carboné sur 1000.
Page 878, ligne 21, M. de Haldat, à Namur, *lisez* à Nancy.
881, 9, M. Double, décédé le 12 mai, *lisez* le 12 juin.
892, 5 en remontant, dans la séance du 3 mai, *lisez* du 30 mai.